Versuch einer nationalökonomischen Systematik der industriellen Arbeitsmittel

mit besonderer Berücksichtigung des Apparatwesens.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München
vorgelegt von

Franz Mataré

am 18. November 1912.

1913.

Referent: Professor Dr. L. Sinzheimer

Altenburg
Piererſche Hofbuchdruckerei
Stephan Geibel & Co.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Teil.

Zweiter Teil.

Die wirtschaftlichen Besonderheiten des Apparatwesens.

*

Erster Teil.

Vorbemerkung.

Je älter eine Wissenschaft ist, um so schärfer werden die einzelnen Begriffe, deren sie sich bedient, erfaßt sein. Darum ist die Terminologie ein guter Prüfstein für den Entwicklungsgrad der einzelnen Wissenszweige. Betrachtet man von diesem Standpunkt aus die ökonomische Wissenschaft, so findet man an ihr hinsichtlich der Begriffsabgrenzungen noch allenthalben Zeichen ihrer großen Jugend.

„Unsere nationalökonomischen Begriffe (sagt Sombart[1]) „befinden sich ja fast alle in dem Zustande, in dem sich etwa „die Nebelflecke bei der Bildung der Himmelskörper befinden, „d. h. in einem Zustande, der noch nicht fest genug ist, noch „nichts Greifbares enthält, sondern erst alles dasjenige, was „gleichsam erst die Materie bilden soll, für das, was sich „daraus entwickelt, in wirrem Durcheinander."

Wenn dieser Satz richtig ist, so wird nicht zu leugnen sein, daß auch in der Wirtschaftswissenschaft die Notwendigkeit einer klaren Fassung der Begriffe brennend ist. Denn in dieser Beziehung darf auf die Dauer keine Wissenschaft eine Sonderstellung einnehmen. Man hat sich dem auch in den Kreisen der Forscher sicherlich nicht verschlossen, allein der ungeheure Aufschwung unseres Wirtschaftslebens in den letzten Jahrzehnten schob eine gewaltige Menge rein praktischer Fragen in den Vordergrund und ließ nur wenig Zeit für die Erörterung der theoretischen und terminologischen Probleme.

---

[1] Sombart, Technik und Wirtschaft. Dresden 1901.

Anderseits wird aber doch selbstverständlich die Behandlung praktischer Fragen in mancher Hinsicht erschwert durch den Mangel einer scharfen gemeingültigen Terminologie. Dies zeigte sich auch deutlich bei der Ausarbeitung eines Teiles der von Herrn Professor Sinzheimer herausgegebenen volkswirtschaftlich-technischen Monographien. Das sind Abhandlungen, die jeweils für einen Industriezweig die Zusammenhänge zwischen dem technischen Fortschritt und der Volkswirtschaft aufdecken wollen.

Der technische Fortschritt vollzieht sich aber meist an den Arbeitsmitteln, so daß, um seine Bedeutung klarzustellen, ihre eingehende Betrachtung notwendig wird; dabei stießen die Bearbeiter dieser Monographien nicht selten auf Schwierigkeiten, die in der Mangelhaftigkeit der Terminologie unserer Arbeitsmittel lagen. Auch sonst hat sich (und ich komme noch darauf) herausgestellt, daß die Eigenschaften eines großen Teiles unserer Arbeitsmittel bei der Aufstellung allgemeiner Sätze von den Forschern nicht immer genügend berücksichtigt werden, da es eben an einer begrifflichen Erfassung dieser Arbeitsmittel fehlt. Hier soll nun der Versuch unternommen werden, da Abhilfe zu schaffen und einer brauchbaren Begriffsbestimmung der Arbeitsmittel die Wege zu ebnen.

Erstes Kapitel.

Das Problem.

a) Derzeitiger Stand der Lehre von den Arbeitsmitteln.

Die Erkenntnis, daß eine Reihe von Eigentümlichkeiten des Wirtschaftslebens in ihrer Ursächlichkeit nur durch Berücksichtigung des Wesens der Arbeitsmittel und ihres technischen Charakters erfaßt werden kann, darf als gesicherter Besitzstand der ökonomischen Wissenschaft bezeichnet werden. Mit besonderer Kraft stellt sich die Richtigkeit dieser Erkenntnis vor unser Auge bei Betrachtung des Betriebs, des kleinsten produktiven Bestandteils unseres Wirtschaftslebens. Wir sehen da, daß so-

wohl Entwicklungstendenzen wie auch wirtschaftliche Verhältnisse, Produktions- und Arbeitsbedingungen des Betriebs tiefgreifend durch die in ihm verwendeten Arbeitsmittel beeinflußt werden.

Nun wäre allerdings die Erforschung dieser eigenartigen Beziehung nur von Wert für die Lehre von der privaten Wirtschaft, wenn die einzelnen Arten der Arbeitsmittel untereinander so ungeheuer verschieden wären, daß sie die Betriebe, in denen sie verwendet werden, in grundsätzlich verschiedener Weise beeinflußten. Dem ist aber nicht so: Wir wissen, daß die Arten der Arbeitsmittel (bei aller Differenzierung im besonderen) sich zwanglos in einige wenige Gruppen einfügen lassen, deren einzelne Glieder eine Reihe von Merkmalen gemeinsam haben. Hierdurch wird es nun möglich, von den Besonderheiten der Arten abzusehen und die für ihre Gruppen gegebenen Eigenheiten in ihrer Wirkung auf die sämtlichen, mit den einzelnen Arten der Gruppe arbeitenden Betriebe festzustellen.

Damit gewinnt die Erfassung des Verhältnisses zwischen Betrieb und Arbeitsmittel eine allgemeine Bedeutung für die Volkswirtschaftslehre. Denn da die einzelnen Arten der Arbeitsmittel nur sehr wenig Gruppen bilden, also in jeder Gruppe eine gewaltige Zahl von Arten begriffen ist, so projizieren sich die durch die Gruppe gegebenen Beeinflussungen der Betriebe deutlich auf das wirtschaftliche Leben überhaupt.

Mit zwingender Gewalt kam diese Erkenntnis zum Durchbruch, als man daran ging, die neuzeitlichen sozialen Verhältnisse in ihrer Ursächlichkeit zu ergründen: Man lernte in den Arbeitsmitteln einen wichtigen sozialen Faktor kennen. Die Neuartigkeit des Gedankens, der ungeheure Ausblick, welchen er zu eröffnen schien, veranlaßte nun aber (wie das ja mit jeder neuauftauchenden Erkenntnis zu gehen pflegt) eine meines Erachtens gewaltige Überschätzung des Einflusses der Arbeitsmittel auf die Gestaltung des sozialen Lebens:

> „Nicht was, sondern wie, mit welchen Arbeitsmitteln etwas „gemacht wird (sagt Marx), unterscheidet die ökonomischen „Epochen. Die Arbeitsmittel sind nicht nur der Gradmesser „der Entwicklung der menschlichen Arbeitskraft, sondern auch

„der Index der gesellschaftlichen Verhältnisse, unter denen „gearbeitet wird[1]."

Mag nun auch diese Behauptung, selbst innerhalb der Marxschen Ideenwelt, zu weit gehen, so war doch die klare Formulierung der hohen sozialen Bedeutung der Arbeitsmittel eine wissenschaftliche Tat von weittragender Kraft. Die Erkenntnis der Bedeutung der Arbeitsmittel für die Erfassung der wirtschaftlichen Verhältnisse lag ja potentia auch schon in ihr und fand auch bei Marx bereits volle Würdigung, ohne daß sie indessen mit der gleichen Schärfe in Worte gefaßt würde.

Den besten Beweis für die durchschlagende Wirkung, welche das Marxsche Werk in dieser Hinsicht auf die Entwicklung der ökonomischen Wissenschaften ausgeübt hat, liefert die Literatur der letzten Jahrzehnte. Mag sie nun zustimmenden oder kritischen Inhalts sein, darüber herrscht Einmütigkeit, daß in der Tat ein enger Zusammenhang zwischen den Arbeitsmitteln und den Verhältnissen des wirtschaftlichen und sozialen Lebens besteht.

Allein trotz des allgemeinen Interesses, das den Arbeitsmitteln infolge des Marxschen Werkes entgegengebracht wurde, ging man doch nicht an eine terminologische Erfassung ihrer einzelnen Gruppen heran. Das lag an einer gewissen Einseitigkeit der Ausführungen bei Marx, auf die ich gleich komme. Mit aller Schärfe ist bisher nur der Gegensatz zwischen zwei großen Gruppen betont worden: Der Gegensatz zwischen Werkzeugen und Maschinen. Hier war allerdings zunächst wegen der Offensichtlichkeit der Unterschiede sehr wohl ohne schärfere Terminologie auszukommen. Bei näherer Betrachtung der Arbeitsmittel zeigt sich aber, daß noch eine dritte, von den übrigen scharf zu unterscheidende Gruppe besteht, die einer besonderen terminologischen Erfassung bedarf. Das sind diejenigen Arbeitsmittel, die sich weder unter dem Begriff „Maschine" noch unter dem Begriff „Werkzeug" begreifen lassen, und die man in ihrer charakteristischen Ausbildung als Apparate zu bezeichnen pflegt, wie es z. B. Bücher tut, wenn

[1] Marx, Das Kapital. Bd. I.

er als Arbeitsmittel der Fabrik Werkzeuge, Apparate und Maschinen[1] aufzählt.

Gerade bei der bisher kaum beachteten dritten Gruppe unserer Arbeitsmittel traten denn auch die Unzuträglichkeiten mangelnder terminologischer Erfassung am deutlichsten in Erscheinung. Findet sich doch meines Wissens nirgendwo ein ernster Versuch, die charakteristischen Eigenschaften dieser Gruppe klarzustellen. Sogar das Handwörterbuch der Staatswissenschaften, das dem Maschinenwesen einen längeren Artikel aus der Feder von Lexis widmet, schweigt über diesen Punkt.

So spitzt sich also die hier folgende Erörterung zu auf die Betrachtung der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen der dritten Gruppe unserer Arbeitsmittel, die wir unter dem Namen „Apparatwesen" begreifen wollen.

Es muß hier hervorgehoben werden, daß zurzeit der Sprachgebrauch in der Wirtschaftswissenschaft noch keineswegs das Wort „Apparat" ausschließlich zur Bezeichnung der dritten Gruppe der Arbeitsmittel anwendet. Das mag vor allem an den fremden Sprachen liegen. Die Engländer, Franzosen, Italiener gebrauchen das Wort apparat, appareil, apparato vielfach auch zur Bezeichnung von Maschinen und Werkzeugen. Im Deutschen faßt man seine Bedeutung wesentlich enger und bezeichnet mit Vorliebe diejenigen Arbeitsmittel als Apparate, für welche der Mangel einer charakteristischen Bewegungserscheinung gegeben ist. Diese Spezialisierung ist allerdings erst in jüngerer Zeit eingetreten, während die älteren deutschen Schriftsteller vielfach die Ausdrücke „Apparat" und „Maschine" promiscue gebrauchen. Ja, unsere Sprache behält noch bis heute für gewisse Maschinen die Bezeichnung „Apparat" bei. Zum Beispiel sagt man Morseapparat, Flug-Registrier-Zählapparat usw. Immerhin aber versteht die Sprache meist unter der Bezeichnung „Apparat" ein Arbeitsmittel, das einem nichtmechanischen Zweck dient. Es wird zum Beispiel niemand einfallen einen Dampfkessel, eine Branntweinblase, einen Brennofen für Porzellan

[1] Artikel: „Gewerbe" im Handw. d. Staatsw.

als Maschine oder Werkzeug zu bezeichnen, sondern in solchen Fällen wird man stets von Apparaten sprechen.

Da also die Sprache mit einer Art Instinkt für gewisse Arbeitsmittel, die weder zu den Maschinen noch zu den Werkzeugen, sondern zur dritten, bisher noch nicht behandelten Gruppe gehören, die Bezeichnung „Apparat" verlangt, so war es geboten, diese Bezeichnung auf die ganze Gruppe auszudehnen; denn diese ist einmal da und muß einen Namen haben. Übrigens würde der Wahl eines Wortes, das die Eigenschaften der dritten Gruppe der Arbeitsmittel besser ausdrückte, nichts im Wege stehen; es kommt hier nur auf die Erfassung ihres Wesens, nicht auf ihre Bezeichnung an.

b) Der allgemeine Charakter des Apparatwesens. Gründe für seine geringe Beachtung durch die Wirtschaftswissenschaft.

Um uns über die Bedeutung unserer Untersuchungen klar zu werden, ist es vielleicht gut, wenn wir uns zunächst einmal fragen, warum eigentlich die Forscher bisher dem Apparatwesen so wenig Beachtung geschenkt haben.

Eine erschöpfende Antwort auf diese Frage zu geben, dürfte unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten. Es können aber doch einige Punkte angegeben werden, die vielleicht geeignet sind, die geringe Beachtung des Problems verständlich zu machen.

Auf die allgemeine Zurückdrängung der theoretischen Erörterungen in den ökonomischen Wissenschaften wurde bereits eingangs hingewiesen. Schon deswegen fand das Apparatwesen weniger Interesse, weil die von ihm aufgeworfenen praktischen Fragen lange nicht so zahlreich waren, wie die durch die Entwicklung des Maschinenwesens bedingten.

Man denke: Das Maschinenwesen nahm gleich bei seinem Aufkommen den Kampf gegen eine Reihe von Jahrhunderte alten Erwerbsständen mit größter Heftigkeit auf. Seine Entstehung und sein Werdegang vollzog sich unter dem Jubel des einen, unter dem Wehklagen des anderen Bevölkerungsteils. Eine gesellschaftliche Umwälzung erschien als seine unmittelbare

Folge! Kurzum, die explosionsartige Entwicklung und ihre Konsequenzen lenkten ganz von selbst die Aufmerksamkeit der Forscher auf die geheimnisvolle Kraft, die sich im Maschinenwesen verkörperte.

Wesentlich ruhiger vollzog sich die Entwicklung des Apparatwesens. Vor allen Dingen fehlten ihm in den typischen Fällen die sozialen Begleiterscheinungen, die für das Maschinenwesen so bezeichnend sind. Ein großer Teil der mit Apparaten arbeitenden Unternehmungen gehört nämlich solchen Erwerbszweigen an, die überhaupt erst durch die modernen Naturwissenschaften und den Kapitalismus ermöglicht wurden und von den ersten getrennt nicht gedacht werden können. Ich erinnere nur an die chemische, an die Gas-, Petroleum-, Zelluloidindustrie u. dgl. Hier fehlte natürlich der für viele vorwiegend mit mechanischen Hilfsmitteln arbeitende Industriezweige charakteristische Kampf zwischen Groß- und Kleinbetrieb vollkommen.

Erschien bei den letzten die Überlegenheit des Großbetriebes (neben andern Momenten) bedingt durch die Überlegenheit seiner Arbeitsmittel, so sehen wir innerhalb der vorwiegend mit Apparaten arbeitenden Industriezweige (wie Brauerei, Brennerei, Kalkbrennerei, Ziegelei usw.), bei welchen wir einen ähnlichen Kampf feststellen können, die Überlegenheit des Großbetriebes fast niemals durch die Apparate selbst bedingt, sondern in wirtschaftlichen Verhältnissen und in der Überlegenheit der maschinellen Ausgestaltung des Betriebs; auch hier erscheint demnach der Kampf zwischen Groß- und Kleinbetrieb als eine Folge des Maschinenwesens.

Schon aus diesem Grunde fesselte das Maschinenwesen die Aufmerksamkeit der Forscher. Hinzu tritt noch der Umstand, daß auch die unmittelbar sozialen Wirkungen maschineller Betriebe nach innen, d. h. auf die in ihnen tätigen Personen, viel schärfer hervortraten. Nicht nur deshalb, weil im Rahmen sämtlicher Industriezweige das Maschinenwesen eine viel größere Bedeutung hat als das Apparatwesen, sondern auch, weil relativ an den Apparaten weniger Personen arbeiten, und mithin die unmittelbare Wirkung des Apparates auf die Arbeiterverhältnisse nur an einem sehr geringen Prozentsatz der Arbeiter in

Erscheinung tritt. Die höhere Bedeutung des Maschinenwesens für die Erfassung unserer gesellschaftlichen Verhältnisse steht also außer allem Zweifel.

Lag so schon in den tatsächlichen Verhältnissen ein starker Anreiz für die Wissenschaft vor, das Maschinenwesen und seine Folgen immer wieder besonders eingehend zu beleuchten, so wirkte auch noch der Einfluß einer überragenden Persönlichkeit in der gleichen Weise: Ich meine Marx.

Die Darstellung, welche er in seinem Hauptwerck vom Wesen und den Wirkungen des modernen großindustriellen Betriebes gibt, nimmt in solchem Maße Bezug auf den rein maschinellen Betrieb, daß ein so vorzüglicher Kenner des Marxschen Systems wie Sombart die Behauptung aufstellt, man könne ohne Beeinträchtigung des Sinnes im „Kapital" fast durchweg das Wort „Arbeitsmittel" durch das Wort „Spinnmaschine"[1] ersetzen. Wenn man sich nun vor Augen hält, welch ungeheuren Einfluß auf die neuzeitliche Entwicklung der Wirtschaftswissenschaft das bei all seinem Pessimismus glänzende Marxsche Werk gehabt hat, wenn man die von Jahr zu Jahr anwachsende Literatur teils kritischen, teils zustimmenden Inhalts überblickt, so wird man erkennen, daß dieses Werk mit einer Art von urkräftiger Gewalt die Forscher in seinen Bannkreis gezogen haben muß und so ihren Blick auf dem von Marx ausschließlich geschilderten Maschinenwesen haften ließ.

Daneben mag auch noch eine Reihe rein materieller Gründe die Wissenschaft von einer generellen Betrachtung des Apparatwesens abgehalten haben. Hierher gehört die schon erwähnte Unmöglichkeit, Zusammenhänge zwischen dem Apparatwesen und der großbetrieblichen Ausgestaltung früher kleinbetrieblich organisierter Gewerbezweige aufzufinden. Dann aber stellen sich einer allgemeinen Betrachtung des Apparatwesens auch gewisse Schwierigkeiten in den Weg, denen wir uns jetzt zuwenden wollen.

Vielleicht wären die wirtschaftlichen und sozialen Wirkungen des Apparatwesens schon längst betrachtet worden, wenn sein

---

[1] W. Sombart, Der Kapitalismus im 19. Jahrhundert.

technischer Charakter einwandfrei feststünde. Daran aber fehlt es und muß es fehlen, weil Aufgabe und Arbeitsweise der technischen Wissenschaften einem derartigen Unternehmen gerade entgegengesetzt sind. Für sie ist der Komplex sämtlicher Arbeitsmittel einheitlich. Sie sehen überall das Walten der gleichen Naturgesetze und kennen ja beispielsweise auch nicht den der Wirtschaftswissenschaft so unendlich geläufigen Gegensatz zwischen Werkzeug und Maschine. Wenn in diesem letzten Punkte die ökonomischen Wissenschaften sich selbst helfen konnten, so war das möglich, weil die Erkenntnis der technischen Unterschiede zwischen Werkzeug und Maschine kein tieferes Eindringen in die Technik selbst voraussetzt. Anders das Apparatwesen. Dieses ist in seinen wirtschaftlichen und sozialen Wirkungen gar nicht zu begreifen, ohne klare Erfassung seiner technischen Eigentümlichkeit. Offensichtlich liegt darin für den der Technik Unkundigen eine besondere Schwierigkeit. Bereitet doch schon selbst dem Techniker von Fach die ungeheure Vielgestaltigkeit der technischen Erscheinungen manches Hindernis, den Überblick über alle Zweige seiner Wissenschaft zu behalten.

Dazu kommt noch der Mischcharakter eines großen Teils unserer neuzeitlichen Apparate, von denen viele in weitgehender Weise organisch mit Maschinen vereinigt sind, so daß jeweils die Entscheidung darüber, ob ein Apparat oder eine Maschine vorliegt, nicht ohne weiteres gefällt werden kann. In dieser Hinsicht befindet sich die Systematik der Arbeitsmittel in ähnlichen Schwierigkeiten wie die der beschreibenden Naturwissenschaften, bereitet doch auch diesen die Einreihung gewisser Formen des Tier- oder Pflanzenreichs in eine Familie oder Gattung, insofern diskretionäre Angelegenheiten, als ein Teil ihrer Eigenschaften die Zugehörigkeit zu dieser, ein anderer verwandtschaftliche Beziehungen zu jener Gruppe darzutun scheint; welche Gesichtspunkte in dieser Untersuchung für die Einteilung der Arbeitsmittel maßgebend sind, das wird im nächsten Kapitel eingehend darzulegen sein. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die Behandlung des Apparatproblems, soweit es technischer Natur ist, de jure von wissenschaftlich-technischer Seite aus erfolgen müßte. Der Mangel einer solchen Behandlung von be-

rufener Seite mag die Wirtschaftswissenschaft (neben andern Gründen) veranlaßt haben, ihrerseits von einer Untersuchung des Problems abzusehen.

Aber noch ein Umstand wirkte in gleicher Richtung. Es ist die Tatsache, daß nicht allein manche Apparate einen Mischcharakter aufweisen, sondern daß es auch verhältnismäßig wenig Betriebe gibt, die ausschließlich mit Apparaten arbeiten. Während sich bekanntlich auf der einen Seite zahlreiche Betriebe vorfinden, die nur auf dem Maschinenwesen beruhen, treffen wir meist in den „Apparatbetrieben" neben den Apparaten zahlreiche Maschinen an. Um das an Beispielen zu verdeutlichen: Im Betriebe einer Spinnerei, Weberei, Zeitungsdruckerei usw. befinden sich (neben einigen Werkzeugen) fast nur Maschinen in Tätigkeit. Im Betriebe, sagen wir eines Retortenhauses im Gaswerk dagegen, dessen charakteristische Arbeitsmittel die Retortenöfen zur trockenen Destillation der Steinkohle darstellen, gibt es neben diesen Apparaten noch mehrere Maschinen, z. B. öfters ein maschinelles Förderwerk, das die zur Beschickung nötigen Kohlen von der Halde zu den Retorten bringt, dann ein ewiges Transportband zur Wegschaffung von Koks, dann die Exhaustoren, welche das Gas aus den Retorten absaugen, dann die verschiedenen maschinellen Einrichtungen zur mechanischen Reinigung des Gases und je nach den Verhältnissen des Werkes noch eine Reihe anderer Maschinen, wie z. B. Koksbrechmaschinen, Kugelmühlen u. dgl.[1] Ähnlich ist es in den meisten Betrieben, deren charakteristisches Arbeitsmittel der Apparat ist.

Während man also da, wo man von „Maschinenbetrieb" spricht, durchweg einen Betrieb unterstellen darf, in dem nur jene eine Art von Arbeitsmitteln verwendet wird, darf man in den „Apparatbetrieben" durchaus keine analogen Verhältnisse voraussetzen. Es dürften verschwindend wenige gefunden werden, wollte man den Begriff „Apparatbetrieb" so eng fassen, daß man ihn schon dann als nicht mehr zutreffend annähme, wenn in einem Betriebe neben den Apparaten ein Motor und mehrere Arbeitsmaschinen verwendet werden.

---

[1] Schilling, Handbuch der Steinkohlengasbeleuchtung 1879, 92.

Aus dieser Eigentümlichkeit der meisten Apparatbetriebe ergeben sich nun Schwierigkeiten, die auch wieder sicherlich ein Hindernis für die Behandlung des Apparatproblems gebildet haben. Nämlich: während sich bei den Maschinenbetrieben wegen der alleinigen Verwendung einer Art der Arbeitsmittel die Wirkungen der Maschine auf den Betrieb leicht feststellen lassen, bereitet das Nebeneinander von Apparaten und Maschinen in Apparatbetrieben der Erkenntnis des Einflusses der Apparate auf den Betrieb nicht zu beseitigende Widerstände. Wir sind demnach meist nicht in der Lage, den Einfluß der Apparate auf den mit ihnen arbeitenden Betrieb rein feststellen zu können, so daß es auf den ersten Blick überhaupt unmöglich erscheint, generelle Gesetze mit der gleichen Schärfe für Apparatbetriebe zu formulieren, wie wir sie für die Maschinenbetriebe kennen. So wollen auch die hier folgenden Untersuchungen keineswegs undurchbrechliche Gesetze auffinden; sie erheben nur Anspruch auf eine Darstellung des Typischen und gestehen das Vorhandensein zahlreicher Abweichungen von der Regel ohne weiteres zu.

Besonders gilt das hinsichtlich der Verhältnisse, unter denen gearbeitet wird. Dies soll an zwei Fällen aus der Praxis verdeutlicht werden:

Betrachten wir zunächst die Ziegelproduktion[1]. In den ihr dienenden Betrieben sind zwei scharf voneinander gesonderte Vorgänge zu unterscheiden: 1. Gewinnung, Aufbereitung, Formung und Trocknung des Materials; 2. der Brennprozeß. Dieser letzte ist sicherlich der für den Betrieb wesentliche Vorgang, denn erst hier wird das Ziel der Produktion erreicht. Da der Brennofen ein Apparat ist, so haben wir einen Apparatbetrieb vor uns. In diesem Betriebe finden sich nun aber keine oder nur ganz wenige Apparatarbeiter. Die in ihm tätigen Personen sind fast alle mit der Aufbereitung, Formung, dem Transport des Materials beschäftigt, mag es sich nun um eine Hand- oder Dampfziegelei handeln. Eine unmittelbare Wirkung

---

[1] Heusinger v. Waldegg, Ziegel-, Röhren- und Kalkbrennerei 1901/03.

des Apparates auf die im Betriebe tätigen Personen liegt nicht vor, denn sie sind in ihrer erdrückenden Mehrheit mit Handarbeiten oder an Maschinen beschäftigt.

Während also das Wort „Maschinenbetrieb" fast stets eine gewisse Charakterisierung der Tätigkeit enthält, welche die Arbeiter in ihnen auszuüben haben, sagt das Wort „Apparatbetrieb" von vornherein durchaus nichts aus in bezug auf die Verhältnisse, unter denen gearbeitet wird. Das zeigt sich auch, um noch ein anderes Beispiel zu nennen, in der Seifenfabrikation [1]; auch hier gehen die für den Produktionseffekt wesentlichen Prozesse (Fettspaltung, Seifenbildung), an den Apparaten vor sich, und dennoch ist die große Masse der Arbeiter mit maschinellen oder Handarbeiten beschäftigt (Arbeiten an der Filterpresse, Zerschneiden der Seifenblöcke, Stanzmaschinen, Verpackung usw.). Technisch also kennzeichnen die Apparate auch hier wieder den Betrieb als Apparatbetrieb. Unmittelbare Wirkungen seines charakteristischen Arbeitsmittels auf die Arbeiter sind aber nicht vorhanden, weil die Arbeiter eben zum weitaus größten Teil Maschinen- oder Handarbeiter sind. Natürlich gibt es wieder andere Apparatbetriebe, in denen die Verhältnisse für die Beobachtung der Auswirkungen des Apparats auf die Arbeiterverhältnisse günstiger gelagert sind; es genügt aber an dieser Stelle der Hinweis auf die verhältnismäßige Seltenheit solcher Schulfälle.

c) Folgen der mangelnden Berücksichtigung des Apparatwesens, an Hand einiger Fälle aus der Literatur dargestellt.

Damit glaube ich einige der gewichtigsten Gründe für die geringe Beachtung des Apparatproblems durch die Wirtschaftswissenschaft angeführt zu haben. Wenn es nun aber richtig ist, daß die Apparate eine von den Werkzeugen und Maschinen deutlich abgesetzte Gruppe bilden, so kann ihre Vernachlässigung nicht ohne Schaden für die Wirtschaftswissenschaft gewesen sein.

Ganz besonders muß das natürlich an solchen Untersuchungen in Erscheinung treten, die zu einem allgemeinen Ergebnis über

[1] Deite, Handb. d. Seifenfabrikation.

die Arbeitsmittel oder ihre Wirkung führen sollen. Das läßt sich vor allem an der literarischen Behandlung einer Frage zeigen, die schon seit langem von der Wirtschaftswissenschaft heftig umkämpft wird und von hoher wirtschaftspolitischer Bedeutung ist. Ich meine die Definition des Begriffes „Fabrik". Ehe ich aber darauf eingehe, möchte ich bemerken, daß es natürlich nicht darauf ankommen kann, im Rahmen dieser Arbeit zu der angeschnittenen Frage selbst Stellung zu nehmen. Es ist einzig und allein deutlich zu machen, daß sie ohne Beachtung des uns hier beschäftigenden Problems einer befriedigenden Lösung nicht zugeführt zu werden vermag. Diese Behauptung sollen die paar Stichproben von Definitionen erhärten, die hier folgen.

Bei ihren Bemühungen um Klärung des Begriffes „Fabrik" berücksichtigt bekanntlich die Mehrzahl der Schriftsteller (soweit die Arbeitsmittel in Frage kommen) einzig und allein das Maschinenwesen und sieht ganz davon ab, daß es viele Fabriken gibt, die nicht vorwiegend mit Maschinen, sondern mit Apparaten arbeiten, z. B. stellt Conrad [1] den Unterschied zwischen Handwerk und Fabrik so dar:

> „Was bei dem ersten die menschliche Hand allein ver-
> „mittels eines Werkzeuges vollzieht, wird in der Fabrik durch
> „Maschinen, die wieder durch Motorkraft in Gang ge-
> „setzt werden, vielfach weit besser und vor allem billiger
> „erreicht."

In ähnlicher Weise Stieda im Handwörterbuch der Staatswissenschaften von 1910 [2]:

> „Die ‚Fabrik' stellt eine Vereinigung einer größeren Zahl
> „von Arbeitern zu Produktionszwecken dar, die unter vor-
> „zugsweiser Anwendung von Maschinen und Motoren
> „sich gegenseitig in die Hände arbeiten, so daß alle an der
> „Herstellung ein und desselben Gegenstandes mit bestimmten
> „Leistungen beteiligt sind."

---

[1] Conrad, Grundriß usw. Nationalökonomie, Jena 1910.

[2] Artikel: Fabrik.

Auch Bücher[1] sieht das charakteristische Arbeitsmittel der Fabrik in der Maschine:

„Sie hat .... (so sagt er) in kurzer Zeit die innere Organisation „der Fabrik sich unterworfen.“

Ganz ähnlich heißt es bei Philippovich[2]:

„Die Fabrik ist der Typus des gewerblichen Großbetriebs. „Sie ist die Organisation der maschinellen Groß-„produktion.“

Die Zahl dieser aufs Geratewohl gewählten Beispiele ließe sich noch beliebig vermehren, und wir werden uns gleich noch mit der Sombartschen Definition, die die Mängel der hier angeführten bewußt vermeiden will, zu beschäftigen haben. Diese liegen eben (neben anderem) in der Nichtbeachtung der Tatsache, daß eine große Anzahl von Fabriken nicht vorwiegend mit Maschinen, sondern mit Apparaten arbeitet. Wird es doch im konkreten Falle sicherlich keinem der zitierten Gelehrten einfallen, eine Zuckerfabrik oder eine großbetriebliche Brauerei oder eine chemische Fabrik deswegen nicht als Fabrik zu bezeichnen, weil sie nicht vorzugsweise mit Maschinen und Motoren arbeitet.

Das Verdienst, im angegebenen Zusammenhange auf diese Art der Fabriken ausdrücklich zuerst aufmerksam gemacht zu haben, gebührt Sombart[3]. Indem er ausführt, daß es seit Marx allgemein üblich geworden sei, Fabrik- und maschinellen Großbetrieb gleichzusetzen, betont er mit aller Schärfe, daß eine solche Identifizierung verkehrt sei. Er bekräftigt diese Behauptung durch einen Hinweis auf Brennereien, Brauereien, chemische Fabriken usw. Seltsamerweise aber unterläßt er es, die für diese Fabrikarten charakteristischen Arbeitsmittel näher zu bezeichnen. Das ist der offenbare Grund, warum seine Ausführungen hierüber in der Literatur, wie aus den Zitaten hervorgeht, nicht die ihnen gebührende Beachtung gefunden haben (die Definitionen von Stieda und Bücher sind der neuesten Ausgabe des Handwörterbuches der Staatswissenschaften ent-

[1] Bücher l. c.

[2] Philippovich, Allgemeine Volkswirtschaftslehre.

[3] Sombart, Der Kapitalismus im 19. Jahrhundert. Bd. I.

nommen). Dies kann erst geschehen, wenn eine vom Standpunkte der Wirtschaftswissenschaft einwandfreie Systematik der Arbeitsmittel vorliegt.

Daß es daran fehlt, merkt man auch den Sombartschen Ausführungen an. Denn wenn Sombart sich auch weigert, Fabrik gleich Machinofaktur (Reuleaux) zu setzen, so beachtet er darum doch nicht hinlänglich die Eigenart der Wirkungsweise des Apparats und beeinträchtigt so die Allgemeingültigkeit seiner Definition des Fabrikbegriffes. Auch sie krankt also wieder an einer zu geringen Beachtung des Apparatproblems. Ihr Wortlaut ist folgender:

> „Fabrik wäre demnach: diejenige Form des gesellschaft„lichen Großbetriebs, in welchem die entscheidend wichtigen „Teile des Produktionsprozesses von der formenden Mit„wirkung des Arbeiters unabhängig gemacht, einem selbsttätig „wirkenden System lebloser Körper übertragen worden sind."

Zunächst: Was heißt formende Mitwirkung? Dem Sprachgebrauch nach versteht man unter „Formung" einen rein physikalischen Vorgang. Wenn also in einer Mühle Weizen zu Mehl vermahlen oder in einer Papierfabrik Hadern zu Papier verarbeitet werden, so handelt es sich tatsächlich um eine Formung des Rohmaterials. Aber gilt dasselbe auch für chemische Vorgänge? Ich glaube nein. Sicherlich handelt es sich nicht um eine bloße Formung des Materials, wenn in einer Spiritusbrennerei aus Kartoffeln oder Korn oder Melasse Branntwein gewonnen, also Stärke in Traubenzucker und dieser in Alkohol verwandelt wird. Ebensowenig paßt diese Bezeichnung auf den Produktionsvorgang einer chemischen Fabrik, währenddessen man beispielsweise aus Kochsalz durch Behandlung mit schwefligen Dämpfen Sulfat und Chlorwasserstoff gewinnt. In so gelagerten Fällen, wie sie gerade im oder am Apparat sich häufig vollziehen, geht es nicht an, von einer Formung des Materials zu sprechen, sondern man hat es mit der Erzeugung eines neuen vollkommen anders gearteten Stoffes zu tun. In diesem Sinne sagt Ottmar Spann von Physiokratismus[1]:

---

[1] Ottmar Spann, Die Haupttheorien der Volkswirtschaftslehre.

„Die Vorstellung Quesnays, daß gewerbliche Arbeit nur „eine umformende ist, trifft überdies nicht einmal durch„aus zu. Die chemische Industrie schafft in ähnlicher Weise „neue Stoffe wie die Landwirtschaft."

Nun mag es ja sein, daß Sombart auch chemische Prozesse im Sinne hatte, als er das Wort „formende Mitwirkung" niederschrieb. Sicherlich aber ist es die plastische Vorstellung der Stoffbehandlung durch die Maschine gewesen, die ihn zur Wahl dieses Ausdrucks veranlaßte. Gerade bei einer Definition kommt aber alles darauf an, daß die verwendeten Ausdrücke klar und scharf seien. Wenn der Ausdruck „formende Mitwirkung" diese Eigenschaft vermissen läßt, so ist das wieder auf unzulängliche Berücksichtigung des Apparatproblems zurückzuführen.

Noch deutlicher als hier zeigt sich das an einer andern Ungenauigkeit der Sombartschen Definition. Nämlich: Was heißt: „Selbsttätig wirkendes System lebloser Körper?" Stimmt das? Gibt es nicht eine ganze Anzahl von industriellen großbetrieblichen Produktionszweigen, in denen die entscheidend wichtige Rolle gerade belebten Körpern zufällt? Diese Frage stellen und sie bejahen ist eins, wenn anders man die naturwissenschaftliche Definition des Begriffes „Leben"[1] auch in der Wirtschaftswissenschaft gelten läßt. Schon das oben erwähnte Beispiel der Branntweinbrennerei zeigt das mit aller Deutlichkeit. Hier ist es ja gerade ein Konglomerat von Individuen einer bestimmten Spezies der Pilzgattung saccharomyces — ein recht belebter Teil! — mit dessen Vorhandensein die Branntweinproduktion steht und fällt. Dasselbe gilt von der Brauerei, und es dürfte allgemein bekannt sein, welch große Sorgfalt die Brauereien, soweit sie großbetrieblich organisiert sind, der Kultur ihrer Hefe zuwenden; haben sie doch fast stets ein eigenes Hefelaboratorium. Überhaupt spielt die Hefe die Rolle des ausschlaggebenden Produktionsfaktors in allen jenen Gewerbszweigen, die man bezeichnender Weise unter dem Namen „Gärungsindustrien" zusammengefaßt hat. Ich erinnere noch besonders an die Weinbereitung, die Schaumweinkellerei usw.

[1] Vgl. Bilharz, Lehre vom Leben.

Eine ähnliche Stellung nehmen in andern Industriezweigen gewisse Bakterien ein, z. B. in der Weinessiggewinnung die sogenannte Essigmutter (Bact. ac. acetici). Bekannt ist ferner auch, daß in der Tabakfabrikation die Blätter einem langwierigen Gärungsprozeßunterworfen werden, der durch Bakterien zustande kommt. Aber auch in manchen landwirtschaftlichen Industrien, die ja heute schon vielfach dank genossenschaftlicher Organisation großbetrieblich ausgestaltet sind, ist das Vorhandensein gewisser Bakterien von ausschlaggebender Bedeutung; erwähnt sei nur die Käse- und Kefirbereitung. Man sieht also, daß die Sombartsche Definition irrt, wenn sie sagt: „Die entscheidend wichtigen Teile des Produktionsprozesses, „seien in der Fabrik" einem selbsttätig wirkenden System lebloser Körper übertragen. Für viele Industrien mag der Satz zutreffen, allgemeine Gültigkeit kann er nicht beanspruchen.

Die wichtige Rolle, welche Lebewesen in vielen Industriezweigen spielen, ist Sombart ganz gewiß sehr gut bekannt gewesen. Hier war nur darzutun, daß es seiner Definition an der unerläßlichen terminologischen Schärfe gebricht. Wenn sie auch ihrem Geiste nach die von uns erwähnten Industriezweige mit begreifen *sollte*, dem Worte nach umfaßt sie nur die maschinellen Fabriken, und das ist es, worauf es hier ankommt. Es ist nun eine unbestreitbare Tatsache, daß für die oben angeführten Industriezweige fast alle (soweit ihre unbelebten Arbeitsmittel in Frage kommen) der Apparat das charakteristische Arbeitsmittel bildet, d. h. also: soweit solche Fabriken mit Maschinen arbeiten, spielen diese im Produktionsprozeß eine sekundäre Rolle. Ich glaube daher, daß man ohne Übertreibung sagen darf: die dargelegten Mängel hätten sich in die Sombartsche Definition nicht eingeschlichen, wenn über Wesen und Bedeutung der Apparattechnik volle Klarheit bestünde.

Dasselbe gilt von einer Unterlassung, die Sombart beim Versuch der Aufstellung einer Einteilung der Betriebe allein nach dem Arbeitsverfahren zustößt. Diese sieht bei ihm so aus:

1. arbeitsteilige, nicht arbeitsteilige Betriebe,
2. materialvereinigende, -nichtvereinigende Betriebe,

3. Werkzeug-, Maschinenbetriebe,
4. manu-, mechanomotorische Betriebe,
5. empirische, rationelle Betriebe.

Es ist klar, daß die einzelnen Reihen dieser Tabelle einander nicht ausschließen, sondern daß in jeder Reihe die Einteilung sämtlicher Betriebe unter einem anderen Gesichtspunkt vorgenommen wird. Man ist daher berechtigt, von jeder Reihe eine erschöpfende Einteilung sämtlicher Betriebe zu verlangen, d. h. jeder Betrieb muß sich mühelos in die eine oder andere Kategorie einer Reihe einfügen.

Von diesem Gesichtspunkt aus ist besonders die dritte Reihe, in der Werkzeug- und Maschinenbetriebe einander gegenübergestellt sind, zu beanstanden, denn man kann eben eine Petroleumraffinerie, eine Brauerei, einen Brennereibetrieb weder unter den einen, noch unter den anderen Betrieb rechnen, da die für sie ausschlaggebenden Arbeitsmittel weder als Werkzeuge noch als Maschinen bezeichnet werden können. Der Charakter dieser Betriebsarten wird eben durch die Apparate bedingt, deren Anführung Sombart — vielleicht um die Zweiteilung der Reihe zu wahren? — unterläßt. Oder glaubt er, diejenigen Produktionsmittel, die weder Werkzeuge noch Maschinen sind, seien auch untereinander so verschieden, daß sie eine Zusammenfassung unter gemeinsamem Namen nicht vertrügen?[1]

Jedenfalls ist die Nichtbeachtung des Apparatproblems durch Sombart an dieser Stelle wieder ein schöner Beweis für die Übergehung einer großen Gruppe der Arbeitsmittel durch die Wirtschaftswissenschaft und für die Schäden, welche sie der Allgemeingültigkeit mancher Ausführungen notwendig bereiten muß.

Auch die Darlegungen, welche David in seinem Buche „Sozialismus und Landwirtschaft“[2] über den Unterschied zwischen dem landwirtschaftlichen und dem industriellen Produktions-

---

[1] Nur im Vorbeigehen sei noch darauf hingewiesen, daß ein analoger Mangel bei Reihe vier besteht: Eine Korndresche, in der das Korn durch die Hufe herumgetriebener Pferde ausgedroschen wird, ein mit Ochsen oder Pferden betriebenes Göpelwerk, ist weder manu- noch mechanomotorisch, sondern, wenn man so will, theromotorisch.

[2] Eduard David, Sozialismus und Landwirtschaft 1904.

vorgange macht, sind in dieser Hinsicht recht lehrreich. David faßt diese Unterschiede in dem Satze zusammen:

„Die industrielle Güterherstellung ist ein mechanischer, die „landwirtschaftliche Produktion ist ein organischer Prozeß."

Auch ihm erscheint also wieder als das Charakteristikum der industriellen Produktion der rein mechanische Vorgang. Die Vorstellung der Maschinenwirkung steht ihm deutlich vor Augen, und er übersieht, daß auch in der industriellen Güterherstellung viele organische Prozesse unerläßlich sind.

Das wird deutlich erkennbar, wenn David die Verwendung der Gerste in der Brauerei mit ihrer Anwendung in der Landwirtschaft vergleicht und meint, die letztere nutze die organischen Fähigkeiten der Gerste aus (also des Keimens, Wachsens, Blühens usw.), die Industrie aber, also die Brauerei, behandele ihren Arbeitsgegenstand wie jede andere unorganisierte Materie.

Sehen wir näher zu! Der wichtigste vorbereitende Prozeß der Brauerei ist das Mälzen[1]. Es wird vorgenommen durch Erzeugung eines Fermentes, der Diastase, im Gerstenkorn. Das Verfahren besteht darin, daß man in einem Einweichbottich die Körner durch Wasseraufnahme schwellen läßt, um sie alsdann auf die Malztenne zu bringen. Bei dem nun einsetzenden Keimprozeß bildet sich im Innern des Korns die Diastase. Die Keimung aber ist unbestritten ein organischer Prozeß. An abgetöteten Körnern kann die Diastasebildung nicht vor sich gehen. Wenn demnach der Davidsche Satz vom mechanischen Charakter der industriellen Produktion richtig wäre, so müßte die von David mit Recht zur Industrie gezählte Mälzerei in die landwirtschaftliche Produktionssphäre eingereiht werden.

Ebenso verhält es sich in der eigentlichen Brauerei mit der alkoholischen Gärung der Würze. Auch sie kann, wie erwähnt, nur durch die Lebensprozesse gewisser Organismen herbeigeführt werden, ist mithin ein durchaus organischer Prozeß. Es dürfte aber überhaupt falsch sein, das Wesen der industriellen Güterherstellung im mechanischen Charakter der Prozesse zu erblicken, weil doch viele, nämlich die chemischen Industriezweige, gar keine

---

[1] Lintner, Grundriß der Bierbrauerei.

wesentlichen mechanischen Prozesse aufweisen. Zuzugeben ist nur, daß die Landwirtschaft ausschließlich auf organischen Prozessen beruht.

Weiterhin kommt dann David zu dem Schlusse, daß die Verschiedenheit zwischen landwirtschaftlicher und industrieller Produktion (neben anderm) in der Bestimmtheit des Tempos der landwirtschaftlichen Produktion zum Ausdruck gelange:

„Der organische Evolutionsprozeß läßt sich nicht wesentlich „beschleunigen. Die Natur läßt sich nicht aus ihrem Trott „bringen."

Das ist unzweifelhaft richtig, nur bildet es keine Besonderheit der landwirtschaftlichen Produktion, sondern findet sich auch allenthalben in der mit Apparaten arbeitenden industriellen Produktion: soll (um ein ganz einfaches Beispiel anzuführen) ein Liter Wasser von 5° Wärme destilliert werden, so erfordert das eine naturgesetzlich feststehende Zeitspanne, welche selbst durch die vollendetste Technik nicht abgekürzt werden kann. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Eigenart der mit Apparaten arbeitenden Industrien näher einzugehen. Sie wird im zweiten Kapitel unter dem Namen „Periodizität" uns noch beschäftigen. An dieser Stelle genügt es, festzuhalten, wie sehr die Allgemeingültigkeit der erwähnten Ausführungen unter der mangelnden Berücksichtigung des Apparatproblems gelitten hat. Es ist klar, daß diese Schäden vermieden worden wären, wenn überall die Eigenart der Apparatwirkung beachtet würde.

d) Methode.

Damit ist der Weg, den wir bei unserer Untersuchung einschlagen müssen, uns deutlich vorgezeichnet: Vor allem sind die technischen Eigentümlichkeiten des Apparatwesens festzustellen, denn ohne ihre Kenntnis ist eine Erfassung seiner besonderen sozialen und wirtschaftlichen Wirkungen nicht möglich.

Da nun selbstverständlich eine derartige Feststellung um so plastischer wirkt, je deutlicher die Besonderheiten des Apparatwesens gegen die andern Gruppen unserer Arbeitsmittel hervortreten, so wird, wo es nötig ist, zum Nachweis der Verschieden-

heiten das Maschinenwesen herangezogen werden, dessen Eigentümlichkeiten und Wirkungen ja sattsam erörtert sind.

Allerdings besteht zurzeit meines Erachtens noch keine hinlänglich scharfe Erfassung des Maschinenbegriffes, insbesondere ist seine Abgrenzung vom Werkzeugbegriff noch nicht einwandfrei durchgeführt. Diese Frage ist aber insofern von geringerer Bedeutung, als die ungeheuren Verschiedenheiten zwischen Werkzeugen und Maschinen längst allgemein anerkannt sind. Sie wird darum im dritten Teil und zwar ausschließlich vom logischen Standpunkt aus erörtert werden.

Wie gesagt, müßte bei der Unerläßlichkeit des Eindringens in rein technische Fragen das Apparatproblem, wenigstens soweit seine technische Seite in Frage steht, von einem wissenschaftlich geschulten Techniker behandelt werden. Was mich aber bestimmte, dennoch in diese Untersuchung einzutreten, ist die Tatsache, daß die Techniker erfahrungsgemäß zur Behandlung von solchen Fragen wenig geneigt sind, deren Kern letzten Endes doch wirtschaftlicher Natur ist. Auch glaube ich mir als gewesenem Naturwissenschaftler einen gewissen Grad von Berechtigung zur Behandlung unseres Problems zusprechen zu dürfen.

Ich habe mich bemüht, die Besonderheiten der Apparate an möglichst zahlreichen Beispielen aus der Praxis klar hervortreten zu lassen.

Literarische Vorarbeiten zur Lösung unseres Problems gibt es meines Wissens nicht. In dem Buche von Drösser (Die wirtschaftliche und technische Entwicklung der deutschen Schwefelsäureindustrie) wird es kursorisch erwähnt, und eine Abgrenzung der Begriffe „Apparat“ und „Maschine“ gegeben, die aber meines Erachtens nicht stichhaltig ist. Hierüber später. Die Bewertung der Statistik für unsere Aufgabe wird im zweiten Teil behandelt werden.

Alles in allem genommen sind überhaupt die literarischen Unterlagen dieser Arbeit mehr als dürftig. Auf diesen Umstand mag es der Leser zurückführen, wenn er die eine oder andere Frage, die er gern behandelt sähe, hier nicht erörtert findet. Es ist manchmal gut, wenn gewisse Probleme durch eine eingehendere

Behandlung zur allgemeinen Diskussion gestellt werden. Zeigt sich dann auch im Verlaufe der Erörterung, daß die ursprüngliche Behandlung in manchen Punkten der Vervollständigung und Verbesserung bedarf, so hat doch die Wissenschaft den Gewinn von ihr, daß die Aufmerksamkeit einmal nachdrücklich auf die betreffenden Fragen hingelenkt worden ist.

Zweites Kapitel.

Die technische Seite des Problems.

a) Begriffsbestimmungen.

Wie gesagt, ist vor allem eine scharfe begriffliche Erfassung der dritten Gruppe unserer Arbeitsmittel notwendig. Welches sind ihre wesentlichen Eigenschaften? Wodurch unterscheidet sie sich von den übrigen Arbeitsmitteln? Zur Beantwortung dieser Fragen ist es von Wert, wenn wir uns zunächst einmal das Genus proximum des Apparatwesens, die Arbeitsmittel in ihrer Gesamtheit ansehen. Denn erst, wenn wir uns darüber klar sind, vermögen wir die besonderen Merkmale des Apparatwesens im Kreise der Arbeitsmittel festzustellen. Zunächst müssen wir uns also fragen: was ist überhaupt ein Arbeitsmittel? Marx[1] definiert den Begriff so:

> „Das Arbeitsmittel ist ein Ding oder ein Komplex von „Dingen, die der Arbeiter zwischen sich und den Arbeits„gegenstand schiebt, und die ihm als Leiter seiner Tätigkeit „auf diesen Gegenstand dienen."

Der letzte Teil dieses Satzes gibt insofern zu Bedenken Anlaß, als Marx selbst fortfährt:

> „Er" (der Mensch) „benutzt die mechanischen, physischen, „chemischen Eigenschaften der Dinge, um sie als Machtmittel „auf andere Dinge wirken zu lassen."

Es ist klar, daß dieser Satz die beanstandete Stelle aufhebt, denn wenn beispielsweise die Expansionskraft des explodierenden

[1] Marx, Das Kapital, Bd. I.

Dynamits zur Zersprengung von Felsen verwandt wird, so erscheint das Dynamit zwar im Sinne des ersten Satzes der Marxschen Definition als Arbeitsmittel, nicht aber als Leiter menschlicher Tätigkeit auf den Arbeitsgegenstand. Damit dies zuträfe, müßte eine menschliche Tätigkeit durch das Dynamit dem Arbeitsgegenstande übertragen werden. Dies ist aber nicht der Fall: der Mensch schafft hier nur die Bedingungen dafür, daß ein bestimmter Zweck am Arbeitsgegenstande mit Hilfe seines Arbeitsmittels erreicht werde.

Somit lautet die Definition:

Das Arbeitsmittel ist ein Ding oder ein Komplex von Dingen, die der Arbeiter zwischen sich und den Arbeitsgegenstand zur Vollendung eines Werkes einschiebt, ohne daß dieses Mittel ganz oder teilweise in das Arbeitserzeugnis eingeht.

Behälter und Gerätschaften wie Fässer, Säcke, Körbe, Röhren usw. sind damit von unserer Betrachtung insoweit grundsätzlich ausgeschieden, als sie nicht der Vollendung eines Werkes dienen. Sobald sie indes diesen Zweck haben, werden sie zu Arbeitsmitteln.

Nun hat sich aber die Wirtschaftswissenschaft keineswegs mit sämtlichen Arbeitsmitteln zu beschäftigen, welche der menschliche Geist ersann, sondern ihrer Aufgabe nach nur mit jenen, die einem wirtschaftlichen Zweck dienen, und auch mit diesen ausschließlich insoweit, als sie ihm unmittelbar dienen: Der Ohrenspiegel, das Messer in der Hand des Arztes; die Schreibfeder in der Hand des Kommis, das sind Arbeitsmittel, deren Zweck für das sie handhabende Individuum zweifellos letzten Endes wirtschaftlicher Natur ist, die aber diesen Zweck nur mittelbar erreichen, und — in sich selbst betrachtet — durchaus unwirtschaftlich sind.

Ausgeschieden werden aus unserer Betrachtung muß aber auch noch die große Gruppe jener Arbeitsmittel, die wir mit dem Sammelnamen „Instrumente" bezeichnen wollen. Ihr Zweck kann sehr wohl unmittelbar wirtschaftlicher Natur sein. Ich erinnere hier nur an die Stellung des Spektralapparats im Bessemerprozeß, an die des Polarisationsapparats in der Zucker-

gewinnung, an die des Mikroskops in der Eisenindustrie. Das gemeinsame Merkmal aller Instrumente scheint darin zu liegen, daß sie den Zweck haben, bestimmte Sinneseindrücke zu vermitteln. Das gilt von wissenschaftlichen (Mikroskop, Fernrohr usw.), künstlerischen (Piano, Geige) und auch von wirtschaftlichen (Kinematograph, Grammophon usw.).

Indem ich nun vorschlage, alle diese offensichtlich einem Zwecke dienenden Arbeitsmittel unter dem Namen „Instrumente" zusammenzufassen, trete ich (dem Worte nach) in Gegensatz zu Lexis[1], der ausführt:

> „Technische Vorrichtungen, die nicht zur Übertragung und „Formung von Kraftwirkungen dienen, wie Meßinstrumente, „Fernrohre, Mikroskope, Destillierapparate usw. werden nicht „Maschinen, sondern Apparate genannt."

An diesem Satze zeigen sich mit schulmäßiger Deutlichkeit alle Mängel einer auf negativen Merkmalen beruhenden Begriffsbestimmung, vor der die Logiker seit alters warnen. Selbst wenn es richtig wäre, daß beispielsweise ein moderner Destillierapparat als Ganzes betrachtet, nicht der „Übertragung und Formung von Krafwirkungen" diente, so müßte der Ansicht von Lexis meines Erachtens dennoch widersprochen werden; vor allen Dingen deshalb, weil sicherlich nicht alle technischen Vorrichtungen, die nicht der „Übertragung und Formung von Kraftwirkungen" dienen, als Apparate bezeichnet werden können; zum Beispiel wird es niemand einfallen, eine eiserne Brücke oder einen Glasballon für Säuren oder ein Bierfaß nur deswegen zu den Apparaten zu zählen, weil diesen „technischen Vorrichtungen" nicht die „Übertragung oder Formung von Kraftwirkungen" obliegt. Dann aber ist die Definition auch noch meines Erachtens zu beanstanden, weil sie das wirtschaftliche Moment ganz unberücksichtigt läßt, indem sie die Arbeitsmittel mit wirtschaftlichem Zweck und solche ohne diesen in einen Topf wirft. Hier muß aber gerade scharf geschieden werden, da die Wirtschaftswissenschaft ihrer Natur nach sich nur mit solchen Arbeitsmitteln befassen kann, die unmittelbar einem objektiv

---

[1] Artikel: Maschinenwesen im Handw. d. Staatsw. 1910.

wirtschaftlichen Zweck dienen. Wird dieser Gesichtspunkt außer Acht gelassen, so entsteht eine heillose Unklarheit. Aus diesem Grunde muß das Wort „Apparat", solange nicht eine bessere Bezeichnung für den ihm zugrunde liegenden Begriff gefunden ist, in der Wirtschaftswissenschaft ausschließlich zur Bezeichnung wirtschaftlicher Arbeitsmittel vorbehalten werden.

In der Sache selbst aber ist natürlich das Lexissche Einteilungsprinzip mit einer kleinen Ergänzung anzunehmen. Wenn nämlich Lexis das charakteristische Merkmal der Apparate darin sieht, daß sie nicht der Übertragung oder Formung von Kraftwirkungen dienen, so ist dagegen auf das Vorhandensein einer großen Zahl von Apparaten zu verweisen, für welche diese Negation nicht zutrifft. Beispiele dafür sollen gleich angeführt werden. Hier sei nur gesagt, daß an den Apparaten die Übertragung und Formung von Kraftwirkungen nie Selbstzweck, sondern immer nur Mittel zum Zweck ist.

Wir haben also: auf der einen Seite Mittel wirtschaftlicher Werkverrichtung mit mechanischem, auf der anderen Seite Mittel wirtschaftlicher Werkverrichtung ohne solchen Zweck.

Damit wäre eigentlich unsere Aufgabe schon gelöst und einer einwandfreien Systematik der wirtschaftlichen Arbeitsmittel der Weg geebnet, wenn nicht durch die Vielgestaltigkeit der tatsächlichen Verhältnisse die Klarheit dieser Einteilung verdunkelt würde. Wie ist der Zweck des Arbeitsmittels klar zu erkennen? So lautet die Frage, die nun zu beantworten ist, und hierin liegt eine ernste Schwierigkeit unserer Aufgabe.

Versuchen wir nämlich auf unsere neuzeitlichen Arbeitsmittel das oben dargelegte Einteilungsprinzip anzuwenden, so zeigt sich, daß dieses Prinzip ohne weiteres nicht anwendbar ist, und daß mit ihm für unsere Betrachtung durchaus nicht viel gewonnen wird, da einerseits zahlreiche Arbeitsmittel, die der Übertragung und Formung von Kraftwirkungen dienen, nicht als Maschinen, sondern als Werkzeuge bezeichnet werden müssen, und anderseits (wie gesagt) viele Arbeitsmittel, die unzweifelhaft mit Recht als Apparate bezeichnet werden, kraftübertragende oder kraftformende Vorrichtungen besitzen.

Auf die erste Schwierigkeit, die sich aus unserer Einteilung

ergibt, soll im dritten Teil eingegangen werden; die zweite aber muß hier besprochen werden.

Die Achillesferse unseres Einteilungsprinzips liegt nämlich darin, daß es alle die im ersten Kapitel bereits erwähnten Mischfälle einfach zu Maschinen stempelt, und so, da diese bei den Apparaten weitaus überwiegen, den Inhalt des Apparatbegriffs auszuhöhlen droht. Das sei an Hand von zwei Beispielen dargestellt.

Zunächst ein Beispiel aus der Branntweinbereitung[1]: Die sogenannte Branntweinblase, in der der Spiritus von der vergorenen Maische abdestilliert wird, ist eine kupferne Retorte mit abnehmbarem Helm, in deren Innerem sich ein Rührwerk befindet, das während des Destillierprozesses durch ein außen an der Blase angebrachtes Transmissionsrad in Bewegung gesetzt wird. Es hat den Zweck, das Anbrennen der Maische zu verhindern. Der Sprachgebrauch bezeichnet dieses Arbeitsmittel mit Recht als Apparat, und dennoch dient es, wie aus der Schilderung hervorgeht, als Ganzes betrachtet unzweifelhaft der Übertragung und Formung einer Kraftwirkung.

Es würde demnach, wenn unser Einteilungsprinzip ohne jede Einschränkung gälte, als Maschine bezeichnet werden müssen.

Der gleiche Mißklang zeigt sich beim zweiten Beispiel: Die Entkohlung des Eisens[2] wird in sogenannten Konvertern vorgenommen. Es sind das große eiserne Gefäße mit Schamotteauskleidung, welche das Eisen in flüssigem Zustande aufnehmen. Vermittelst eines Gebläses wird von unten her Luft durch das flüssige Metall gepreßt, die den überschüssigen Kohlenstoff verbrennt. Ist diese Verbrennung weit genug vorgeschritten, so wird der Konverter zwecks Entleerung seines Inhalts maschinell durch eine Wasserdruckvorrichtung umgekippt. In toto betrachtet dient also auch dieser Apparat der Übertragung und Formung von Kraftwirkungen.

Die beiden Beispiele sind willkürlich gewählt, und die meisten modernen Apparate weisen die an ihnen dargelegte Erscheinung

[1] Märker, Handbuch der Spiritusfabrikation.
[2] Dürre, Allgemeine Hüttenkunde.

auf. Wie kommt nun aber der Sprachgebrauch dazu, sie dennoch von den Maschinen zu unterscheiden und ihnen eine besondere Bezeichnung beizulegen? Auf welches Moment stützt er sich bei seinem Vorgehen?

Offenbar auf die Natur des eigentlichen Produktionsvorganges, gegen den die maschinelle Ausgestaltung des Arbeitsmittels an Bedeutung zurücktritt.

Betrachten wir nun unsere beiden Beispiele, so zeigt sich, daß das maschinelle Beiwerk nicht wesenbestimmend auf den Produktionsvorgang einwirkt, und daß dieser selbst durchaus nichtmechanischer Natur ist. Erscheint doch weder die Destillation des Branntweins, noch auch die Entkohlung des Eisens als bedingt durch mechanische Vorgänge.

Es wird demnach Aufgabe einer klaren Definition sein, einen Gesichtspunkt anzugeben, der in jedem einzelnen Falle den Ausblick auf das Charakteristische, auf das Wesen eines Produktionsvorganges gestattet und nebensächliches Beiwerk als solches kenntlich macht.

Zu diesem Ende knüpfen wir am besten an einen Gedanken von Marx[1] an, der, obwohl er nur eine Binsenwahrheit enthält, dennoch, wie mir scheint, in diesem Zusammenhange fruchtbar gemacht werden kann. Marx sagt nämlich im Hinblick auf die Glasmanufaktur, der Produktionsvorgang zerfalle in drei verschiedene Phasen, nämlich:

1. eine vorbereitende Phase (Herstellung der Glaskomposition und ihre Schmelzung im Ofen),
2. eine verarbeitende Phase (Herstellung des Glasgegenstandes),
3. eine Schlußphase (Entfernung des fertigen Glases aus dem Kühlofen, Sortierung, Verpackung usw.).

Soweit Marx. Ich möchte vorschlagen, die zweite Phase farbloser als die „effektive Phase“ oder als „zweckerfüllenden Vorgang“ zu bezeichnen, da der Ausdruck „verarbeitend“ leicht den Irrtum erwecken könnte, es handle sich bei ihr stets um eine Tätigkeit von Personen oder Maschinen, was selbstverständlich durchaus nicht nötig ist.

---

[1] Marx, Das Kapital Bd. I.

Betrachtet man nun jede der drei Phasen für sich allein, so zeigt sich, daß sie wiederum in drei entsprechende Vorgänge zerfällt, die wir als „Akte" bezeichnen wollen. Um beim Beispiel zu bleiben: es zerfällt die vorbereitende Phase, die Herstellung des flüssigen Glases, in

1. einen vorbereitenden Akt (Mischung von Sand, Glasscherben, Kalk usw., Heizung und Beschickung des Ofens),
2. einen effektiven Akt (der durch den Schmelzprozeß selbst gebildet wird),
3. einen Schlußakt (Entnahme des flüssigen Glases aus dem Ofen vermittelst der Pfeife).

Jeder dieser Akte ließe sich, das ist ja selbstverständlich, wiederum in drei Vorgänge zerlegen, ebenso wie diese Teilung nicht für die Glasmacherei allein, sondern für jegliche Werkverrichtung ihre Gültigkeit hat. Sollen beispielsweise Bretter aus einem Baumstamm gewonnen werden, so wäre die vorbereitende Phase im Fällen des Baumes, in der Beseitigung des Astwerkes, der Trocknung, dem Heranschaffen zum Sägewerk gegeben, die effektive Phase läge in der eigentlichen Zersägung und die Schlußphase in der Fortschaffung der gewonnenen Bretter.

Diese — wenn ich so sagen darf — anatomische Betrachtung des einzelnen Produktionsvorganges hat nun den Vorteil, daß sie stets seinen Charakter, sein eigentliches Wesen, aus den verhüllenden, nebensächlichen Momenten herausschält und so, indem sie den Zweck, um dessentwillen er unternommen wurde, von unwesentlichem Beiwerk scheidet, seine Eigenart deutlich macht.

Wenden wir nun unsere so gewonnene Methode auf die beigebrachten Beispiele an, so ergibt sich folgendes:

Die vorbereitende Phase der Branntweinbereitung besteht in Herstellung und Vergärung der Maische, die effektive in der Gewinnung des reinen Branntweins durch Destillation in der Branntweinblase, die Schlußphase wird dargestellt durch Einfüllung des fertigen Branntweins in die Fässer zwecks Lagerung oder Versandt. Die effektive Phase, also der Destillationsprozeß, zerfällt nun wieder in einen vorbereitenden Akt, der durch das Rührwerk seinen Charakter erhält, und während dessen

die Maische zur Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Durchwärmung fortwährend bewegt wird. Daß dieser Akt temporär mit dem effektiven Akt, also dem Übergange des in der Maische enthaltenen Branntweins in Dampfform, parallel zu laufen scheint, vermag an seinem vorbereitenden Charakter durchaus nichts zu ändern, da tatsächlich das Umrühren dem Verdampfen in jedem einzelnen Moment vorhergeht. Der Schlußakt besteht darin, daß der Dampf die Branntweinblase verläßt und sich in der Vorlage verflüssigt. Nun erst haben wir das Mittel in der Hand, mit dem wir den Apparatcharakter der Branntweinblase einwandfrei begründen können. Wir müssen nämlich hinweisen auf das Wesen ihres effektiven Aktes, das nichts mit der Übertragung oder Formung einer Kraftwirkung zu tun hat. Gleichzeitig läßt sich auch an Hand unseres Beispiels zeigen, daß es falsch wäre, zu behaupten, wie es Drösser[1] tut, der Apparat sei ein chemisches Arbeitsmittel. Im vorliegenden Falle ist der Vorgang, der sich im Apparate vollzieht, durchaus physikalischer Natur. Bei unserem zweiten Beispiel, dem Konverter handelt es sich dagegen in der Tat um einen chemischen Vorgang, besteht doch an diesem Arbeitsmittel der effektive Akt in der Verbrennung des im Eisen gelösten Kohlenstoffes zu Kohlendioxyd bzw. Kohlenoxyd, während der vorbereitende Akt durch Einpressen der Luft in das flüssige Metall die Bedingungen dafür schafft, und der Schlußakt durch die Entleerung des Apparates vermittels der Umkippvorrichtung eingeleitet wird. Auch hier also wird durch die zerlegende Betrachtungsweise des Produktionsvorganges klar, daß es sich bei dem zweckerfüllenden Prozeß nicht um Übertragung oder Formung von Kraftwirkungen handelt.

Nach dem Gesagten muß demgemäß bei der Klassifikation eines Arbeitsmittels immer auf den effektiven Akt des an ihm sich vollziehenden Produktionsvorganges zurückgegriffen werden. Für die Entscheidung darüber, ob eine Vorrichtung als Apparat oder mechanisches Arbeitsmittel zu gelten habe, kommt es also vor allen Dingen darauf an, das Wesen des zweckerfüllenden

---

[1] l. c.

Vorganges festzustellen. Erhält dieser seinen Charakter durch Übertragung oder Formung von Kraftwirkungen, so ist das ihm dienende Arbeitsmittel entweder Werkzeug oder Maschine, im anderen Falle Apparat. Ob dieser letzte irgendwelches der Kraftübertragung oder Formung dienendes Beiwerk besitzt, ist für die Entscheidung über seine Klassifikation vollkommen belanglos und kann daher auch in den hier folgenden Ausführungen zunächst unberücksichtigt bleiben.

Wir haben also damit die Möglichkeit, die Mittel der wirtschaftlichen Werkverrichtung in zwei klar voneinander geschiedene Gruppen einzuteilen: auf der einen Seite stehen die Mittel wirtschaftlicher Werkverrichtung, deren zweckerfüllender Vorgang mechanischer Natur ist: Werkzeuge und Maschinen, auf der anderen Seite jene, welche der Vermittlung nichtmechanischer Vorgänge dienen: Apparate.

Welchen Charakter haben nun diese nichtmechanischen Vorgänge? Sie können, worauf schon hingewiesen wurde, sowohl chemischer, wie physikalischer Natur sein. Hat man Wesen und Art solcher Vorgänge vor Augen, so erkennt man leicht, daß der Apparat mitunter ein einfacher Behälter sein kann, der keineswegs als Leiter menschlicher Tätigkeit auf den Arbeitsgegenstand anzusprechen ist. Wird doch eine große Reihe chemischer und physikalischer Vorgänge einzig und allein dadurch ausgelöst, daß Stoffe unter bestimmten Bedingungen miteinander in Berührung gebracht werden. Wirft man gewisse Salze, z. B. Chlorammonium, in Wasser, so löst sich dieses Salz unter Kälteentwicklung auf, eine Erscheinung, die ihre technische Verwertung an der sogenannten Eismaschine (einem Apparat!) gefunden hat[1]. Es läge keinerlei Grund vor, den Behälter, in dem eine solche Lösung stattfindet, als Apparat zu bezeichnen, wenn sich nicht in seinem Innern ein „zweckerfüllender Vorgang" vollzöge. Er wird also — und das ist wichtig, weil nur diese Auffassung eine scharfe Definition des Begriffes Apparat zuläßt — zum Apparat durch die Wirksamkeit des in ihm befindlichen Arbeitsgegenstandes. Prinzipiell ist der Vorgang derselbe

[1] Lehnert, Leitfaden der mod. Kältetechnik 1905.

wie da, wo der Apparat dem Arbeitsgegenstande als Vermittler von Wärme oder Elektrizität gegenübertritt, denn beide Faktoren sind nicht selten zum Zustandekommen gewisser nicht mechanischer Vorgänge unerläßlich. Fast überall da, wo es sich um Erzeugung oder Zufuhr von Wärme handelt, hat man es bei dem entsprechenden Arbeitsmittel mit einem Apparate zu tun, während sich aus dem Vorkommen oder der Verwendung der Elektrizität nicht auf den Charakter des Arbeitsmittels zurückschließen läßt, weil Elektrizität nicht nur in Apparaten (elektrische Batterie!) erzeugt werden kann, sondern auch maschinell (Dynamomaschine), ebenso können ihre Wirkungen sowohl mechascher Natur sein (Elektromotor, elektrische Klingel) wie auch chemischer (Elektrolyse: Stahl, Kupfer, Galvanoplastik!). Diese Dinge, die wesentlich in den Kreis naturwissenschaftlicher Betrachtung gehören, können im Rahmen dieser Untersuchungen nur andeutungsweise behandelt werden. Festzuhalten aber ist dieses: das charakteristische Merkmal des Apparates liegt darin, daß an ihm oder in ihm ein nicht mechanischer Vorgang sich vollzieht. Wo kein zweckerfüllender Vorgang ist, da ist auch kein Arbeitsmittel.

Eine besondere Komplikation des Apparatproblems liegt aber nun in der Tatsache, daß wir hinsichtlich der chemischen Vorgänge am Apparat zwei verschiedene Möglichkeiten feststellen können, die wir nunmehr ins Auge zu fassen haben. In den meisten Fällen nämlich liegt die Ursächlichkeit des Zustandekommens chemischer Vorgänge in der unorganisierten Materie der im Apparat befindlichen Stoffe. Nicht selten aber kommt es vor, daß sie begründet liegt in der Lebensbetätigung organisierter, belebter Körper, so besonders gewisser Mikroorganismen (Pilze, Bakterien). Beispiele für diese Tatsache wurden schon im ersten Kapitel beigebracht. An dieser Stelle indes ist die Frage zu erörtern: sind die Mikroorganismen innerhalb des Produktionsvorganges aufzufassen als Arbeitsmittel oder als Arbeitsgegenstand?

Wenn man sich ihre Wirkungsweise klar macht, so bietet allerdings die Antwort auf diese Frage keine besonderen Schwierigkeiten. Betrachten wir ein Beispiel:

Die sogenannte Schnellessigfabrikation[1] beruht auf der Eigenschaft des bacterium acidi acetici (der Essigmutter), Alkohol in Essigsäure zu oxydieren. Um dieses Ziel in praxi zu erreichen, wird folgendes Verfahren angewandt: Ein Faß, dessen beide plane Seiten durchlöchert sind, wird in seinem Innern durch querverlaufende Bretter in mehrere Etagen eingeteilt. Zwischen den einzelnen Brettern befinden sich Hobelspäne. Man bringt nun eine Kolonie der genannten Bakterien in das Faß und läßt langsam einen Alkohol von bestimmter Konzentration durch die obere Planseite in das Faß eintropfen. Hierbei ist die größte Rücksichtnahme auf die Lebensbedingungen der Bakterien vonnöten; denn, wird ein zu stark konzentrierter Alkohol verwendet, so sterben sie ab und vermögen dann natürlich den Alkohol nicht mehr zu Essig zu oxydieren. Jeder Tropfen nimmt nun auf seinem Wege durch das Faß, indem er sich auf den Hobelspänen ausbreitet, Bakterien mit sich. Da diesen der verdünnte Alkohol gute Lebensbedingungen bietet, so vermehren sie sich derartig, daß nach einiger Zeit alle im Faß befindlichen Hobelspäne und Bretter mit einem dünnen Überzug von Bakterien versehen sind. Nun ist erst der Apparat, der sogenannte Essigbilder, gebrauchsfertig. Läßt man in seine obere Planseite weiterhin kontinuierlich schwachen Alkohol eintropfen, so tropft an der unteren Seite der Essig heraus. Bemerkt sei noch, daß der Apparat jahrelang gebrauchsfähig bleibt.

An diesem Beispiel wird so recht klar, daß die Bakterien als Arbeitsmittel zu betrachten sind, erscheinen sie doch im vorliegenden Falle geradezu als ein Teil des Essigbilders. Aber auch wo eine solch enge Verbindung der Lebewesen mit dem Apparat nicht besteht, wie z. B. bei den Hefepilzen in der Brennerei und Brauerei, ändert das nichts an der grundsätzlichen Auffassung, daß diese Organismen als eine besondere Art der Arbeitsmittel zu betrachten sind; denn tatsächlich haben sie nur die Aufgabe, durch ihre Lebensbetätigung am Arbeitsgegenstande bestimmte chemische Wirkungen auszuüben. Unbeschadet dieser grundsätzlichen Auffassung kann man doch sagen, daß sie

[1] Bersch, Der rationelle Betrieb der Essigfabrikation 1900.

den Behältern gegenüber, in denen solche Prozesse vorgenommen werden, sich verhalten wie der Arbeitsgegenstand. Wegen ihrer geringen allgemeinen wirtschaftlichen Bedeutung werden wir sie deshalb auch zusammen mit dem Arbeitsgegenstande behandeln.

b) Technische Besonderheiten der Apparate.

Vergleichen wir nun die Mittel wirtschaftlicher Werkverrichtung, deren Zweck mechanischer Natur ist, mit denen, die einem nichtmechanischen Vorgang dienen, so ergibt sich eine Reihe wichtiger Verschiedenheiten, sowohl hinsichtlich ihrer Wirkungsweise als auch hinsichtlich der Beschaffenheit des Produkts, deren Darstellung wir uns jetzt zuwenden.

Es besteht ein scharfer Gegensatz zwischen den beiden Gruppen der Arbeitsmittel, hinsichtlich des Verhältnisses, in dem bei beiden Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand zueinander stehen.

Handelt es sich um einen Produktionsvorgang, bei dem Kraftwirkungen geformt oder übertragen werden, also um „Aktion" oder „Funktion" im Sinne von Emanuel Herrmann[1], so steht das Arbeitsmittel dem Arbeitsgegenstande agierend gegenüber: dieser verhält sich während des Vorganges passiv, jenes aktiv. Es ist vom Arbeitsgegenstande vollkommen unabhängig und vermag die seiner Zwecksetzung entsprechenden Bewegungen selbst dann auszuführen, wenn der Arbeitsgegenstand gar nicht vorhanden ist. Ist dieser aber vorhanden, so gerät er bedingungslos unter die Herrschaft des Arbeitsmittels. So wird der Nagel vom Hammer beherrscht, die Kettenfäden vom Webstuhl, der Holzklotz von der Drehbank, die Füllmasse in der Zuckerproduktion von der Zentrifuge, das flüssige Blei von der Setzmaschine. Um es kurz zu sagen: von außen wird die wirkende Kraft dem Arbeitsgegenstande mitgeteilt, und ich möchte deshalb vorschlagen, sie in allen den Fällen, in denen Kraftwirkungen durch das Arbeitsmittel geformt und übertragen werden als

[1] E. Herrmann, Technische Fragen und Probleme.

Exekutive Kraft,

den Produktionsvorgang selbst aber — gleichgültig, ob er sich als Aktion oder Funktion qualifiziert — als

Exekution

zu bezeichnen, damit schon der Name des Vorganges dem Charakter des Verhältnisses zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand Rechnung trage.

Nun wird allerdings die Allgemeingültigkeit der Feststellungen über dieses Problem scheinbar aufgehoben durch die Tatsache, daß es eine große Anzahl von Arbeitsmitteln zur mechanischen Werkverrichtung gibt, die gar kein „Produkt" erzeugen. Daraus könnte leicht der Schluß gezogen werden, daß sie auch keinen Arbeitsgegenstand besäßen, was aber durchaus irrig wäre. Das dürfte sofort klar werden, wenn wir uns einige derartige Fälle ansehen. Vor allem gehören natürlich diejenigen hierher, in denen die Arbeitsmittel allein der Hervorbringung einer Bewegung dienen, wie die Dampfmaschine, die Lokomotive, der Ventilator usw. Genaues Zusehen lehrt hier gleich, daß ein Arbeitsgegenstand im Marxschen Sinne vorhanden ist. Für den Ventilator ist es die Luft, für die Lokomotive sind es die Räder, für die Dampfmaschine ist es die Kurbelwelle, obwohl sie scheinbar mit der Maschine eine organische Einheit bildet. Zeigt doch eine analysierende Betrachtungsweise der Lokomotive oder der Dampfmaschine sogleich einwandfrei den Gegensatz zwischen bewegendem und bewegtem Teil. Was also über die Arbeitsmittel mechanischer Werkverrichtung ausgeführt wurde, beansprucht allgemeine Gültigkeit: sie verhalten sich während des zweckerfüllenden Vorgangs stets aktiv, der Arbeitsgegenstand immer rein passiv.

Wie stellt sich nun das Verhältnis zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand bei den Apparaten dar? Die Antwort darauf ist einfach! Sie lautet: „Gerade umgekehrt!" Während des zweckerfüllenden Vorganges verhält sich hier der Arbeitsgegenstand stets aktiv, das Arbeitsmittel dagegen bleibt prinzipiell passiv. Es hat allerdings dem Arbeitsgegenstand, wie wir sahen, mitunter auch Kraftwirkungen mitzuteilen, doch stellt dies kein wesentliches Merkmal des Apparatbegriffes dar, wie ja, um auf

das oben angeführte Beispiel zu verweisen, das Rührwerk der Branntweinblase durchaus kein unerläßlicher Bestandteil des Arbeitsmittels ist. Am Apparat oder in seinem Innern spielt sich ein Vorgang ab, an dem er selbst streng genommen durchaus unbeteiligt bleibt. Nur der Arbeitsgegenstand agiert vermöge von Kräften, die ihm von Natur aus innewohnen. Ich schlage deshalb vor, die am Apparat wirksame Kraft als

immanente Kraft,

den zweckerfüllenden Vorgang selbst aber als

Prozeß

zu bezeichnen.

Um die Unterschiede gegenüber den Mitteln der mechanischen Werkverrichtung ganz klar zu verdeutlichen, seien sie nunmehr an verschiedenen Beispielen klargelegt. Zunächst zwei aus unserer täglichen Umgebung:

Beim maschinellen Nähen ist der zu behandelnde flächenhafte Körper der Arbeitsgegenstand. Arbeitsmittel ist die Maschine. Diese steht nun dem Arbeitsgegenstande selbständig gegenüber und vermag auch unabhängig von ihm ihre charakteristischen Bewegungen auszuführen. Der Arbeitsgegenstand dagegen verhält sich während des zweckerfüllenden Vorgangs an der Nähmaschine durchaus passiv: An ihm vollzieht sich eine Wirkung, auf deren Zustandekommen er keinerlei Einfluß ausübt. Wir haben es also bei der Nähmaschine mit einer „Exekution" zu tun, d. h. mit einem zweckerfüllenden Vorgang, der durch die Aktivität des Arbeitsmittels gekennzeichnet ist.

Betrachten wir nun demgegenüber eine Petroleumlampe, so fällt die andersartige Wirkungsweise dieses Arbeitsmittels sogleich in die Augen. Hier ist die Lampe selbst Arbeitsmittel; Arbeitsgegenstand dagegen ist das zu verbrennende Petroleum sowie die atmosphärische Luft. Die Lampe selbst läßt sich natürlich gar nicht in Tätigkeit setzen bei Abwesenheit eines Teiles des Arbeitsgegenstandes. Sie dient ja nur einer zweckentsprechenden Mischung der beiden Faktoren und vermag deswegen auch nur zu wirken, wenn beide in hinreichender Menge vorhanden sind. Während des zweckerfüllenden Vorganges — der Vergasung und Verbrennung des Petroleums — wirkt nicht das Arbeits-

mittel, sondern der Arbeitsgegenstand vermöge der ihm immanenten Eigenschaften, deren Ausnutzung (nicht Wachrufung) die Lampe dient.

Im vorliegenden Falle also ist kar, daß allein der Arbeitsgegenstand während des zweckerfüllenden Vorganges sich aktiv verhält und das Arbeitsmittel rein passiv bleibt. Hier liegt demgemäß die für den Apparat typische Wirkungsweise vor.

Daß aber der geschilderte Unterschied auch auf dem Gebiete der industriellen Technik seine volle Gültigkeit behauptet, sei noch an zwei anderen, aufs Geratewohl aus der Zahl unserer modernen Arbeitsmittel herausgegriffenen Beispielen gezeigt.

Bekanntlich setzt sich die Papiermaschine[1] aus drei Teilen zusammen: Siebpartie, Naßpartie, Trockenpartie. Die Siebpartie besteht aus zwei Walzen, um welche sich ein endloses in horizontaler Richtung geschütteltes Sieb bewegt; auf dieses gelangt der gereinigte Papierbrei zuerst. Er wird hier durch Saugluft von einem Teil des seine Breiform bedingenden Wassers befreit, worauf er noch zwei filzbekleidete Walzen passieren muß, welche ihm die flächenhafte Gestalt geben und abermals einen Teil des noch überschüssigen Wassers von ihm abpressen. In der Naßpartie, welche aus mehreren Walzenpaaren mit endlosen Filzen besteht, kann dieses Wasser von ihm ablaufen, und die Papierbahn wird nun — wieder auf endlosen Filzen — in der Trockenpartie um große eiserne Hohlzylinder mit polierter Oberfläche geleitet, die durch Dampfheizung auf eine bestimmte Temperatur gebracht sind. An dieser Trockenpartie wiegt (wie aus den bisherigen Ausführungen zu entnehmen sein dürfte) der Apparatcharakter vor, und sie wird nur deshalb hier erwähnt, weil später im anderen Zusammenhange auf sie verwiesen werden muß. Siebpartie und Naßpartie dagegen sind rein maschineller Natur, denn die Papierbahn verhält sich in ihnen vollkommen passiv. Agierend wirkt nur das Arbeitsmittel, die Maschine. Dieses kann, wie aus der Schilderung ersichtlich ist, auch unabhängig vom Vorhandensein des Arbeitsgegenstandes seine Bewegungen ausführen.

---

[1] Hofmann, Handbuch der Papierfabrikation.

Auch die Betrachtung dieser Maschine bestätigt demnach unseren oben auf Grund allgemeiner Erwägungen festgestellten Satz, daß es sich bei den Mitteln zur mechanischen Werkverrichtung während des effektiven Aktes stets um eine „Exekution“ handelt, die charakterisiert sei durch Aktivität des Arbeitsmittels, Passivität des Arbeitsgegenstandes. In gleicher Weise bestätigt die Darstellung des Bleikammerprozesses das, was über die dem Apparat eigentümliche Wirkungsweise gesagt wurde [1].

Schwefelhaltige Zinkerze werden auf der Zinkhütte geröstet. Hierbei entsteht Schwefeldioxyd, das einer den Zinkhütten fast stets angegliederten Schwefelsäurefabrik zugeleitet wird. Hier gelangt es in die Bleikammern. Es sind das große viereckige Kammern, deren Wände, Boden und Decke aus Bleiplatten bestehen. In diesen geht bei Anwesenheit von Salpeterdämpfen und Zuleitung eines Gemisches von heißem Wasserdampf und Luft die Bildung der Schwefelsäure vor sich, die sich auf den Kammerboden ansammelt. Die Bleikammern selbst haben auf das Zustandekommen dieses Prozesses nicht den geringsten Einfluß und ihr Zweck besteht nur darin, ihn ungestört sich vollziehen zu lassen.

Auch hier also wirkt einzig und allein der Arbeitsgegenstand, das Gasgemenge agierend, und darum sind wir berechtigt, den zweckerfüllenden Vorgang an den Bleikammern als „Prozeß“ zu bezeichnen. Der immanente Charakter der wirkenden Kräfte steht außer Zweifel.

Wenn wir nun die Ergebnisse unserer Ausführungen über den hier behandelnden Punkt zusammenfassen, so ergibt sich folgender grundsätzliche Unterschied zwischen mechanischen Arbeitsmitteln und Apparaten: Während des zweckerfüllenden Vorganges verhält sich der Arbeitsgegenstand am mechanischen Arbeitsmittel passiv, am Apparat aktiv. In diesem spielt sich ein „Prozeß“ ab, jene vollbringen eine Exekution. Am Apparat sind die wirkenden Kräfte dem Arbeitsgegenstande immanent, an der Maschine verhalten sie sich zu ihm exekutiv.

---

[1] Lunge, Handbuch der Sodaindustrie.

Ehe wir aber diese Erörterung über die Verschiedenartigkeit der Wirkungsweise unserer Arbeitsmittel verlassen, ist noch ein Punkt zu berühren, der leicht störend wirken könnte. Wenn eben gesagt wurde, die am Apparat wirksamen Kräfte seien dem Arbeitsgegenstande immanent, so könnte es so scheinen, als ob hier die oben schon erwähnte Tatsache unberücksichtigt bliebe, daß in vielen Fällen im Arbeitsgegenstande eines Apparates diese Kräfte erst durch Zuführung von Wärme, Elektrizität usw. geweckt werden müssen. Diese Tatsache ist selbstverständlich nicht imstande, unsere Auffassung von der Wirkungsweise des Apparates zu erschüttern, da ja sein Verhalten gegenüber dem Arbeitsgegenstande in keiner Weise während des effektiven Aktes dadurch berührt wird, und durch die genannten Faktoren eben gewisse, dem Arbeitsgegenstand immanente Kräfte geschaffen werden.

Der Klarheit wegen sei aber hier nochmals wiederholt: die immanenten Kräfte können dem Arbeitsgegenstande von Natur aus innewohnen, oder sie können in ihm erst künstlich geweckt werden. Der erste Fall liegt beispielsweise vor bei der Herstellung eines künstlichen Düngemittels, des Superphosphats. Diese beruht auf folgendem Vorgang:

Das fein gemahlene tertiäre Kalziumphosphat, welches im Wasser unlöslich ist, wird in großen Kästen mit Schwefelsäure aufgeschlossen. Die bei diesem Vorgang in Erscheinung tretende Kraft ist dem Arbeitsgegenstande (Gemisch von Kalziumphosphat und Schwefelsäure) per se immanent. Eine Zuführung von Wärme, Elektrizität oder dergl. findet nicht statt, sondern der Vorgang im Arbeitsgegenstande vollzieht sich kraft inneren Zwanges, in derselben Weise, wie bei dem vorhin erwähnten Bleikammerprozeß.

Vergegenwärtigen wir uns nun zum Vergleich den Vorgang bei der Gasfabrikation[1], auf den schon oben verwiesen worden ist, so sehen wir, daß diese steht und fällt mit der Zuführung von Wärme an den Retorteninhalt. Die Retorten selbst aber

[1] Schilling, Handb. f. Gasfabrikation, München 1878; Schilling (Sohn), Neuerungen auf dem Gebiete der Erzeugung und Verwertung des Steinkohlenleuchtgases, 1892.

nehmen zum Prozesse der Gasbildung durchaus keine andere Stellung ein, als die eisernen Kästen zur Gewinnung des Superphosphats, d. h. sie verhalten sich rein passiv. Am Arbeitsgegenstande vollzieht sich infolge immanenter Kräfte ein „Prozeß".

Das gleiche läßt sich, das lehrt eine einfache Reflektion, für das galvanoplastische Verfahren[1] und für alle Arten von Öfen[2] nachweisen, die ja unter den Apparaten wohl die zahlreichste Gruppe bilden.

Da die Beispiele bei ihrer Zahllosigkeit mit den Händen zu greifen sind, so erübrigt sich wohl ein näheres Eingehen auf diese Prozesse im jetzigen Augenblick. Festzuhalten aber ist, daß es für den Apparatcharakter eines Arbeitsmittels durchaus gleichgültig ist, ob das, was wir als immanente Kraft bezeichnet haben, dem Arbeitsgegenstande innewohnt oder erst künstlich in ihm hervorgerufen wird.

Was nun den Zweck betrifft, um dessetwillen ein Apparat in Betrieb gesetzt wird, so wird er uns am besten klar durch Vergleich mit der Maschine. Die Maschinen haben bekanntlich zweierlei Gruppen von Zwecken, nach denen sie gemeinhin eingeteilt zu werden pflegen. Wir unterscheiden:

1. Bewegungsmaschinen (Zweck: Hervorbringen bestimmter Bewegungen. Beispiele: Ventilator, Dampfmaschine, Betonmischmaschine, Pumpe, Elevator usw.).

2. Transformationsmaschinen (Zweck: Vereinigung, Trennung, Umformung im eigentlichen Sinne. Beispiel: Webstuhl, Kreissäge, Münzprägemaschine).

Der ersten Zwecksetzung vermag ein Apparat wegen seiner Passivität nicht zu dienen; sämtliche Apparate sind demnach zum Zwecke der Transformation des Arbeitsgegenstandes in Betrieb. Eine Komplikation entsteht nur dadurch, daß diese Transformation sowohl auf physikalischem wie chemischem Wege am Apparate möglich ist. Um es an Beispielen zu zeigen:

Schmelzapparate zur Herstellung von Metallegierungen dienen einer Vereinigung der Metalle auf physikalischem

[1] Taucher, Handbuch der Galvanoplastik, 1900.

[2] Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizungstechnik, 1896.

Wege, Bleikammern dagegen haben den Zweck, das in sie hineingeleitete Gasgemisch sich chemisch vereinigen zu lassen.

In der Branntweinblase vollzieht sich ein rein physikalischer Trennungsvorgang des Alkohols von der Maische; im Röstofen für Zinkblende dagegen eine chemische Trennung des Schwefels von den Abbränden.

In einem Ofen zur Herstellung von Quarzglas geht an der Charge (dem Quarz) eine physikalische Umformung vor sich, indem das Quarz flüssig wird; am Kocher der Leimfabrik geht eine chemische Umwandlung am Arbeitsgegenstande vor sich, da das tierische Bindegewebe in Leim verwandelt wird.

Kurzum, während es sich bei jeder Vereinigung, Trennung, Umformung an der Maschine um physikalische Vorgänge handelt, kommen am Apparat sowohl physikalische wie chemische in Betracht.

c) Periodizität der Arbeit an den Apparaten.

Es dürfte nach dem Gesagten klar sein, daß in der Tat zwischen der Wirkungsweise des Apparates und der Maschine während des zweckerfüllenden Vorganges grundsätzliche Unterschiede bestehen.

Vielleicht noch deutlicher tritt diese Erscheinung vor unser Auge, wenn wir die Periodizität der Arbeit bei Maschinen und Apparaten miteinander vergleichen. Wir sehen hierbei ab von der oft erörterten allgemeinen Periodizität, die z. B. in den Tages- und Jahreszeiten, in dem Ruhebedürfnis des Arbeiters usw. zum Ausdruck kommt (E. Herrmann, Voigt)[1], betrachten also ausschließlich die aus dem Wesen des Arbeitsmittels, d. h. seiner Wirkungsweise herfließende Periodizität. Und da zeigt sich folgendes:

Bei der Maschine liegt eine Periodizität — wir wollen sie Periodizität niederer Ordnung nennen — in der ständigen Wiederkehr einer bestimmten Anzahl gewisser Bewegungserscheinungen während des effektiven Aktes. Ist eine solche

[1] Emanuel Herrmann, Technische Fragen und Probleme; Voigt, Veröffentlichungen der Handelskammer, Frankfurt.

Anzahl abgelaufen, so beginnt eine neue Periode. Am besten wird das klar bei Betrachtung eines konkreten Falles, z. B. der Dampfmaschine. Hier ist eine Periode gegeben durch das Vorstoßen und Rückwärtsgleiten der Pleuelstange, das eine Umdrehung der Kurbelwelle zum Gefolge hat. Bei einer komplizierten Arbeitsmaschine, die nicht selten eine weit größere Zahl von Bewegungen auszuführen hat, ist die Periode natürlich entsprechend länger, indes ist dies nur ein quantitativer, kein grunsätzlicher Unterschied.

Eine solche Periodizität niederer Ordnung fehlt nun offensichtlich am Apparat während des zweckerfüllenden Vorganges vollkommen, da er sich ja, wie oben entwickelt wurde, rein passiv verhält. Rufen wir uns z. B. die Sudpfanne einer Brauerei[1] ins Gedächtnis, so wird uns klar, daß während eines Sudes weder der Apparat selbst, noch auch der Arbeitsgegenstand eine Einteilung des Vorganges in verschiedene Perioden möglich machen. Das Rührwerk, das hierfür herangezogen werden könnte, ist ja, wie vorhin gezeigt wurde, am zweckerfüllenden Vorgang selbst unbeteiligt, es dient nur dazu, ihn zu fördern und zu beschleunigen. Die Periodizität, die in seinen Umdrehungen zur Erscheinung kommt, ist auf seinen Maschinencharakter zurückzuführen. Am Apparat selbst sowie am Sud ist keine Periode gegeben.

Liegt hinsichtlich der Periodizität niederer Ordnung ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Apparat und Maschine vor, so zeigt sich eine offensichtliche Übereinstimmung beider in bezug auf jene Erscheinung, die wir als Periodizität höherer Ordnung bezeichnen wollen.

Sie kommt zustande durch die Vollendung des zweckerfüllenden Aktes, nämlich: Da das Arbeitsmittel — Apparat wie Maschine — nur der Vollendung dieses Vorganges dient, so kann der Arbeitsgegenstand, nachdem dieser Zweck erreicht ist, nicht mehr durch das Arbeitsmittel bearbeitet werden. Er ist nunmehr von ihm zu trennen, worauf dann dem Arbeitsmittel ein neuer Arbeitsgegenstand zugeführt wird. Die Periodizität

---

[1] Leyser, Die Malz- und Bierbereitung, 1900.

höherer Ordnung liegt also in der Notwendigkeit, dem Arbeitsmittel innerhalb bestimmter Zeiträume seinen Arbeitsgegenstand zu entziehen und ihm einen neuen zuzuführen. Beispiele für diese Binsenwahrheit erübrigen sich.

Um so interessanter fällt aber darum ein Vergleich zwischen der Periodizität höherer Ordnung am Apparate und der an der Maschine aus. Vor allem hinsichtlich der Dauer der einzelnen Periode. Man kann nämlich schlechthin sagen, daß im allgemeinen die Dauer dieser Perioden an den Maschinen verhältnismäßig sehr kurz ist. Mit welcher Schnelligkeit verlassen Körner und Halme eine Dreschmaschine, die bedruckten Papiere eine Rotationsmaschine, die Kettenfäden in Stoffgestalt den Webstuhl, die glatten Metallplättchen als fertig geprägte Münzen eine Prägemaschine!

Nun könnte man diesen Ausführungen allerdings entgegenhalten, daß bei zahlreichen Maschinen die Periodizität recht lange Zeit beansprucht und könnte verweisen auf die Pressen, an denen ein Arbeitsakt mitunter mehrere Tage dauert. Man könnte ferner hinweisen auf das lange Verweilen des Arbeitsgegenstandes in einer Eisenfräsmaschine usw. Es muß indes berücksichtigt werden, daß sich während des zweckerfüllenden Vorganges im Apparat am ganzen Arbeitsgegenstande ein Prozeß vollzieht, während sich der zweckerfüllende Vorgang an der Fräsmaschine auf eine Exekution an jeweils einem Teile des Arbeitsgegenstandes beschränkt; der Teil aber, an dem sich diese vollzieht, verläßt die Maschine recht schnell, um einem neuen Teil Platz zu machen. Grundsätzlich ist also auch an der Fräsmaschine die Periodizität sehr kurz.

Eine Ausnahme machen unter sämtlichen Maschinen nur die Pressen, wie sie z. B. in der Ölindustrie[1] verwendet werden. Auf ihre Ausnahmestellung wird noch öfters hinzuweisen sein.

Gegenüber der großen Zahl sämtlicher Maschinen fallen solche Ausnahmen natürlich nur sehr wenig ins Gewicht, und

---

[1] Schädler, Technologie der Fette und Öle des Pflanzen- und Tierreichs, 1892.

so sind wir meines Erachtens berechtigt, zu sagen, daß durchweg die Periode höherer Ordnung an den Maschinen sehr kurz ist.

Wie steht es nun damit an den Apparaten? Hier läßt sich fast stets das Gegenteil nachweisen, und man kann behaupten, daß an diesen im allgemeinen die Periode höherer Ordnung beträchtliche Zeit in Anspruch nimmt.

Daß dem so sein muß, läßt sich mit Leichtigkeit aus den oben entwickelten Sätzen über die Wirkungsweise des Apparats ableiten.

Wir sahen dort, daß sich im oder am Apparat ein Prozeß abspielt, an dem der Apparat selbst grundsätzlich unbeteiligt bleibt. Die Periodizität am Apparat ist demnach von der Dauer des Prozesses abhängig. Diese wiederum wird bestimmt durch das Wesen des Arbeitsgegenstandes oder des belebten Arbeitsmittels, das ja, wie oben ausgeführt wurde, dem Apparat gegenüber sich verhält wie ein Arbeitsgegenstand.

Was die Länge der Perioden anlangt, so sind verschiedene Faktoren zu beachten. Vollzieht sich am Apparat ein physikalischer Vorgang, so ist die Dauer des Prozesses abhängig z. B. von der Schmelztemperatur oder dem Gefrierpunkt, dem Siedepunkt, dem Verdampfungspunkt, der kritischen Temperatur des Arbeitsgegenstandes, dient der Apparat dagegen der Vermittlung chemischer Prozesse, so sind zwei verschiedene Möglichkeiten gegeben: Entweder

1. der Apparat ist das einzige bei dem Prozeß verwandte Arbeitsmittel, dann ist die Dauer der Periode abhängig von der Natur des Arbeitsgegenstandes, oder aber

2. neben dem Apparat kommt noch ein belebtes Arbeitsmittel zur Geltung, dann hängt die Dauer der einzelnen Produktionsperiode mit ab von der Wachstums- und Vermehrungsschnelligkeit, also von der Virulenz der betreffenden Organismen und von der Menge der von ihnen ausgesonderten wirksamen Stoffe.

Es liegt in der Natur derartiger Prozesse, daß sie um so längere Zeit in Anspruch nehmen, je größer die Masse des Arbeitsgegenstandes und je geringer die ihm immanenten Kräfte sind. Ihr Ablauf läßt sich freilich mitunter beschleunigen,

doch ist diese Möglichkeit nur bis zu einem gewissen Grade gegeben.

Sicherlich hat auch an der Maschine die Beschleunigungsmöglichkeit ihre Grenzen, diese sind aber im Arbeitsmittel, d. h. in seiner Substanz, in der Reibung usw. gelegen, nicht im Arbeitsgegenstand. Sieht man von diesen Grenzen ab, so könnte man durch Zuführung größerer Kraftwirkungen an die Maschine die Schnelligkeit ihrer Bewegungen theoretisch ins Ungemessene steigern, womit dann die Periodizität niederer wie auch höherer Ordnung auf ein Minimum beschränkt würde. Ganz anders am Apparat! Liegen doch hier die Grenzen für die Beschleunigung der Periodizität im Arbeitsgegenstande (oder aber im belebten Arbeitsmittel). Der sich im Apparat vollziehende Prozeß braucht nun einmal — naturgesetzlich — eine bestimmte Zeitspanne.

In diesem Punkte ähnelt die Apparattechnik der landwirtschaftlichen. Auch hier kann der Wachstumsprozeß der Pflanzen durch Zufuhr von Pflanzennährstoffen, Wasser, Wärme usw. nur innerhalb bestimmter, verhältnismäßig sehr eng gezogener Grenzen beschleunigt werden[1]. Beliebig steigern läßt er sich nicht. Bekanntlich liegt der Grund für diese Erscheinung in der Tatsache, daß die Verbesserung einer oder aller Lebensbedingungen der Pflanze nur bis zu einem gewissen Punkte, den man als Optimum bezeichnet, eine Förderung ihrer Lebenstätigkeit und damit ihres Wachstums zum Gefolge hat. Jede Verbesserung über diesen Punkt hinaus wirkt hemmend auf das Wachstum ein, ja wird sie bis über einen gewissen Punkt — das Maximum — hinaus gesteigert, so erfolgt der Tod der Pflanze. Dasselbe tritt ein, wenn die Lebensbedingungen unter ein gewisses Minimum sinken. Da sich nun die Lebensbedingungen der Pflanze nicht beliebig weit steigern lassen, so kann auch das Wachstum nur innerhalb der durch Minimum und Maximum gegebenen Grenzen beschleunigt werden.

Diese Erkenntnis ist auch für das Apparatproblem nicht ohne Bedeutung. Bei vielen Apparaten, nämlich bei denen,

---

[1] Straßburger, Lehrbuch der Botanik, 1898.

die mit belebten Arbeitsmitteln arbeiten, wird die Dauer der einzelnen Perioden bestimmt durch die Wachstumsschnelligkeit dieser Organismen. Das gilt besonders von allen Gärungsindustrien. Vor allem von der Bierbrauerei[1]:

Bekanntlich wird hier die Würze in die gewöhnlich im Keller befindlichen Gärbottiche geschafft, in denen sie mit den Hefepilzen zusammenkommt. Indem diese nun sich durch Wachstum vermehren und den in der Würze enthaltenen Zucker in Kohlensäure und Alkohol spalten, tritt eine beträchtliche Temperaturerhöhung der im Gärbottich befindlichen Flüssigkeit ein. Es ist aber von Wichtigkeit, daß der Gärungsprozeß nicht zu schnell verläuft, was eintreten würde, wenn die Temperatur das für die Vermehrung der Pilze gegebene Optimum erreichte. Somit hält man, um eine zu große Vermehrung der Hefe zu verhindern, heute mit Hilfe besonderer Kühlvorrichtungen die Kellertemperatur stets auf der gleichen Höhe von 4°, so daß die Temperatur der Würze sich niemals über 15° steigern kann. Ehe man diese technischen Einrichtungen hatte, konnte man nur im Winter Bier brauen.

Es sind also ganz ähnliche Erwägungen in der Bierbrauerei von Wichtigkeit, wie sie etwa die Gärtner nötigen, die Temperatur im Treibhaus stets auf gleicher Höhe zu halten.

Jedenfalls — und das ist der Kernpunkt dieser Ausführungen — zwingt die Rücksicht auf die Hefepilze dazu, den Gärprozeß langsam vorzunehmen, so daß eine Produktionsperiode an den Gärbottichen selten weniger als drei Wochen in Anspruch nimmt.

In ganz analoger Weise ist die Periodizität des Produktionsvorganges in sämtlichen mit belebten Arbeitsmitteln arbeitenden Industriezweigen abhängig von den Lebensbedingungen der betreffenden Organismen.

Allein auch in jenen Fällen, in denen es sich um solche Prozesse handelt, bei deren Zustandekommen Organismen nicht beteiligt sind, ist ebenfalls die Möglichkeit einer Verkürzung der Perioden nur in verhältnismäßig recht engen Grenzen möglich:

---

[1] Leyser, l. c.

der chemische sowohl wie der physikalische Prozeß braucht eben seine bestimmte Zeit.

Wenn wir uns innerhalb der mit Apparaten arbeitenden Industrien nur umsehen, so finden wir zahlreiche Beispiele für diese Tatsache.

Eine besonders lange Periodizität des zweckerfüllenden Vorganges weist beispielsweise der turmförmige Brennofen für Porzellanwaren[1] auf, in dem diese ihre Glasur erhalten. In ihm werden die getrockneten und in feuerfesten Muffeln verwahrten Arbeitsgegenstände säulenartig aufgeschichtet und 30 bis 45 Stunden (bei größeren Öfen) zur Weißglut erhitzt. Dann bleibt der Ofen mit seiner Charge mehrere Tage lang bis zur vollständigen Auskühlung ruhig stehen, so daß also eine Produktionsperiode 4—5 Tage umfaßt.

Ein anderes sehr schönes Beispiel liefert uns die Diffusionsbatterie einer Zuckerfabrik[2]. In einer solchen Batterie sollen die Rübenschnitzel auf Grund des osmotischen Verfahrens ihres Zuckergehaltes beraubt werden. Früher erreichte man dieses Ziel durch Auspressen der Schnitzel. Indessen erwies sich das Diffusionsverfahren als bedeutend wirtschaftlicher, da es die Ausbeute erheblich steigert. Wir haben hier (das sei im Vorübergehen bemerkt) einen der außerordentlich seltenen Fälle, in denen eine Maschine von der Technik durch einen Apparat ersetzt wird. Nach dem oben über die Wirkungsweise beider Arbeitsmittel Gesagten muß diese Erscheinung auf den ersten Blick verwunderlich wirken.

Eine Diffusionsbatterie besteht nun aus zwölf sogenannten Diffusionszylindern oder Diffuseuren, die oben durch einen Deckel verschließbar sind und seitlich unten durch ein Mannloch entleert werden. Am Deckel befindet sich ein Rohr zum Einfluß des Wassers, am Boden eine Öffnung für das Übersteigrohr, durch welches das Wasser zum Deckel des nächsten Diffuseurs hinüber geleitet wird. Es trifft im ersten Diffuseur auf die am meisten

---

[1] Löser, Handbuch der keramischen Industrie, 1901—04.

[2] Claaßen, Die Zuckerfabrik mit besonderer Berücksichtigung des Betriebes, 1908.

ausgelaugten, im zwölften erst auf die frischen Schnitzel. Da es zum Passieren eines jeden Diffuseurs 15—20 Minuten braucht, so muß alle Viertelstunden der erste Diffuseur ausgeschaltet, entleert und neu beschickt werden, um als zwölfter Zylinder, gefüllt mit frischen Schnitzeln, seine Tätigkeit aufs neue zu beginnen. Nach etwa drei Stunden ist er wieder an die erste Stelle gerückt und wird wie vorher behandelt. Man sieht: jeder Diffuseur hat eine Arbeitsperiode von drei Stunden; ist diese vollendet, so beginnt eine neue.

Daß die Dauer der Periode durch die Natur des Prozesses, also des Arbeitsgegenstandes bedingt wird, ist hier deutlich erkennbar. Denn sie ist abhängig von der Schnelligkeit, mit der die im Zellsaft der Rüben aufgelöste Zuckermenge durch die Zellmembran hindurch in das Wasser diffundiert. Das aber erfordert eine naturgesetzlich feststehende Zeitspanne, die unverkürzbar ist.

Ebenso deutlich zeigt sich die feste Begrenzung der einzelnen Produktionsperioden des Apparats an dem rein chemischen Vorgang der Gasgewinnung. Im Gaswerk wird die Kohle der trockenen Destillation in eisernen Retorten unterworfen. Sie gibt dabei ihr Gas ab und wird selbst zu Koks. Die vollständige Entgasung nimmt in den älteren Werken etwa 4 Stunden in Anspruch, in den neueren, mit Kammeröfen zu je drei Retorten ausgestatteten, 24 Stunden. Sobald die Entgasung beendet ist, ist eine Periode der Apparatwirkung vorüber; die Retorten müssen entleert und neu beschickt werden.

Ein viertes Beispiel endlich, welches zeigt, daß auch solche Apparate, die der Vermittlung eines rein physikalischen Prozesses dienen, eine verhältnismäßig lange Wirkungsperiode haben, liefert die Glasindustrie[1]: der fertige Glasgegenstand wird hier bekanntlich zwecks langsamer Abkühlung dem sogenannten Kühlofen zugeführt. Dort findet im Innern des Glases eine molekulare Umlagerung statt, durch die eine Ausgleichung der Spannungsverhältnisse seiner Oberfläche und damit eine größere Elastizität des Glases erzielt wird. Dieser Prozeß nimmt etwa

[1] Gerner, Glasfabrikation, 1897.

6 Stunden in Anspruch, wodurch ein periodisches Entleeren und Neubeschicken des Ofens notwendig wird.

Nach allem dürfen wir unsere Behauptung, daß die Periodizität höherer Ordnung im allgemeinen am Apparate bedeutend längere Zeit in Anspruch nimmt als an der Maschine, für berechtigt erklären. Ihre Allgemeingültigkeit ist nun aber in manchen Fällen durch die fortschreitende Rationalisierung des Produktionsprozesses verwischt oder gar ebenso oft äußerlich vollständig aufgehoben worden. Diesen — wenn ich so sagen darf — känogenetischen Veränderungen wenden wir uns nunmehr zu.

Wie gesagt, ist den Bestrebungen der Technik, die zweckerfüllende Periode selbst abzukürzen, insofern eine unüberschreitliche Schranke gezogen, als ihnen naturgesetzliche Hindernisse im Wege stehen. Dennoch gelingt es mitunter, eine gewisse Verkürzung zu erreichen, freilich nicht immer mit dem gewaltigen Erfolg wie in der Gerbeindustrie[1]. Hier war es möglich durch die technische Vervollkommnung der Verfahrungsweise die zweckerfüllende Periode selbst erheblich abzukürzen: Bei der alten Grubengerbung des Leders mußten die Häute ½ bis 2½ Jahre in den Gerbegruben verbleiben, ehe sie gar waren. Später kam die Brühengerbung auf. Nach dem Prinzip der Arbeitsteilung wird hier in besonderen Gerbebatterien dem Gerbmaterial durch Auslaugen der „Extrakt" entzogen (Gerbebrühe). Durch Lagern in dieser Gerbebrühe werden starke Häute schon nach 3—4 Monaten, schwächere in 1½—2 Monaten gar. Eine tiefgreifende Abkürzung der zweckerfüllenden Periode trat aber erst ein mit der Erfindung der Faßgerbung. Bei dieser werden die Häute zuerst in der Gerbebrühe angegerbt und dann in Gerbfässern, ähnlich den Walkfässern, unter fortwährender Bewegung von Gerbebrühe und Häuten mit starken Brühen behandelt, die oft noch durch Extraktzusatz verstärkt werden. Starke Häute werden hierbei in 1—2 Wochen, dünne in wenigen Stunden gar. Allerdings leidet die Qualität des Leders, besonders seine Zähigkeit, unter diesem überstürzten Verfahren,

[1] Käs, Praktisches Lehrbuch der Lohgerberei, 1891.

so daß heute fast allgemein ein kombiniertes System angewandt wird, dessen zweckerfüllende Periode wieder länger ist: Die Häute werden zuerst in Faßgerbung angegerbt nnd dann der Gerbeprozeß in Gruben zu Ende geführt. Man sieht also, daß hier durch eine Verbesserung des Verfahrens in Verbindung mit einer mechanischen Ausgestaltung der verwendeten Apparate eine erhebliche Abkürzung des zweckerfüllenden Vorganges erreicht wurde.

Die Wege aber, welche die Technik sonst zur Erreichung dieses Zieles einschlägt, sind so vielgestaltig, daß eine zusammenfassende Darstellung im Rahmen dieser Schrift nicht möglich ist. Es sei nur gesagt, daß entweder wie im vorliegenden Fall durch Änderung der Verfahrungsweise, der Hilfsstoffe usw. oder aber auf maschinellem Wege eine Zeitersparnis erstrebt wird. Nur in verhältnismäßig sehr wenig Fällen dürften ins Gewicht fallende Abkürzungen der Dauer des zweckerfüllenden Vorgangs selbst möglich sein ohne Änderung der Verfahrungsweise.

Es ist nun klar, daß die Länge der einzelnen Perioden höherer Ordnung kein wirtschaftlicher Vorzug der Apparate ist. Da sie nun aber, wie wir sahen, meist nur innerhalb sehr enger Grenzen abkürzbar sind, so erwies es sich als wirtschaftlich geboten, wenigstens die Zeitspanne — welche wir die **tote Zeit** nennen wollen —, die jeweils zwischen zwei Perioden liegt und mit dem Entleeren und Neubeschicken des Apparates angefüllt ist, nach Möglichkeit zu verkürzen oder womöglich ganz zu beseitigen, um auf diesem Wege die Produktivität des Apparates zu steigern. Gelingt das letztere, so kommt die Periodizität äußerlich nur noch in sehr verblaßter Form zur Erscheinung. Hand in Hand geht mit dieser Verkürzung der toten Zeit eine mehr oder weniger große Arbeitsersparnis, während meist der Kapitalaufwand für die Apparate steigt.

Welche Wege schlug nun die Technik ein, um sich der hier kurz skizzierten wirtschaftlichen Notwendigkeit anzupassen? Es sind besonders zwei, die je nach den Umständen von ihr beschritten wurden. Nämlich: Entweder sie mechanisiert einen Apparat, d. h. sie bringt ihn mit einer Maschine in Verbindung,

welche eine Abkürzung der toten Zeit ermöglicht, oder aber sie erreicht dasselbe Ziel durch besondere Ausgestaltung des Apparates ohne maschinelles Beiwerk. Betrachten wir einige Beispiele, an denen sich die praktische Bedeutung dieses Vorgehens plastisch darstellen läßt. Zunächst für den sehr häufig vorkommenden Fall, daß der Apparat im großen Ganzen unverändert bleibt, und nur die vorbereitende und die Schlußphase an ihm mechanisch betätigt wird.

Die Entgasung der Kohle[1] wurde früher in horizontal gelagerten Retorten vorgenommen, von denen mehrere (meist 3, 5 oder 7), die mit gemeinsamem Mauermantel umgeben waren, von einer Feuerung aus geheizt wurden. Sobald nun der Entgasungsprozeß vorüber war, mußten die Horizontalretorten vermittels Krücken durch die Arbeiter entleert werden, worauf sie dann wieder mit Hilfe langblättriger Schaufeln mit einer neuen Charge beschickt wurden. Es ist klar, daß diese Operationen viel Arbeit und Zeit erforderten. In den letzten Jahren ist man daher, um die bessere Ausnutzung der Retorten zu ermöglichen und gleichzeitig an Löhnen zu sparen, zur Einführnng der schräg stehenden Retorten geschritten. Diese haben nicht wie die Horizontalretorten nur ein Mundstück, sondern sind röhrenförmig, zeigen also eine untere und obere Öffnung, welche beide während des Entgasungsprozesses verschlossen sind. Ist dieser vollendet, so wird das untere Verschlußstück geöffnet. Da die Retorte schräg gestellt ist, so läßt sich der Kokskuchen durch eine einfache Ausdrückmaschine aus der Retorte leicht herausstoßen. Er fällt ohne Nachhilfe auf ein am Boden befindliches Transportband, das ihn mit sich fortnimmt. Nach der Entleerung wird das untere Verschlußstück der Retorte wieder aufgesetzt. In genügender Höhe über der oberen Öffnung laufen Schienen hin, an welchen fahrbare Kohlenbehälter hängen, die die für jede Retorte notwendige Kohlenmenge enthalten. So brauchen sie nur umgekippt zu werden, damit die neue Chargierung der Retorte vollendet ist. Es liegt auf der Hand, daß durch diese Vorrichtungen der Entgasungsprozeß selbst keineswegs eine Be-

[1] Schilling, l. c.

schleunigung erfährt; verkürzt wird einzig und allein die vorbereitende und die Schlußphase.

Das läßt sich auch noch leicht an einem anderen Beispiel zeigen, nämlich an den Arbeitsmitteln, die bei der Erzeugung des künstlichen Düngers [1] zur Verwendung kommen. Wie gesagt beruht diese darauf, daß tertiäres Kalziumphosphat, das in Wasser unlöslich ist, sich mit Schwefelsäure zu wasserlöslichem primärem Phosphat verbindet, das mit schwefelsaurem Kalzium gemischt als Superphosphat in den Handel kommt. Technisch wird bei der Fabrikation so verfahren, daß das tertiäre Phosphat zu feinem Mehl gemahlen in großen eisernen Kästen mit Schwefelsäure zusammengebracht wird. Die Mischung muß in ihnen etwa 8 Stunden verbleiben, in welcher Zeit sie erstarrt und ein vollkommen einheitliches Aussehen gewinnt. Soll der Apparat entleert werden, so geschieht das in den technisch vollkommenen Betrieben mittels eines maschinellen Kratzwerkes, dessen Kratzer immer tiefer gestellt wird. Im Laufe weniger Minuten ist der mehrere Meter hohe Apparat vollkommen entleert und kann neu beschickt werden [2]. Müßte die Charge durch Arbeiter mit der Schaufel entfernt werden, so würde diese Arbeit mehrere Stunden in Anspruch nehmen. Ohne daß also am Apparat selbst irgendeine wesentliche Änderung vorgenommen wurde, wird hier die tote Zeit wesentlich verkürzt, und zwar geschieht das allein durch eine maschinelle Vorrichtung, mittels derer die Schlußphase sich schneller abwickelt. Darin scheint die wesentliche Wirkung der Mechanisierung zu liegen, wenn auch nicht zu leugnen ist, daß neben dem technischen auch noch ein anderer Gesichtspunkt bei ihrer Durchführung maßgebend gewesen sein dürfte, nämlich die Personalersparnis und die dadurch bedingte größere Unabhängigkeit von den Arbeitern.

Lernten wir an Hand dieser Beispiele Fälle kennen, in denen der Apparat von der Mechanisierung nicht mit ergriffen wird, und das maschinelle Beiwerk nur in eine leicht lösbare

---

[1] Schucht, Fabrikation des Superphosphats und Thomasphosphats, 1894.

[2] Eigene Beobachtung.

Verbindung mit ihm tritt, so haben wir uns jetzt jener Art der maschinellen Ausgestaltung zuzuwenden, bei der der Apparat mit der Maschine eine organische Verbindung eingeht.

In der Technik der Sodafabrikation haben wir z. B. einen solchen Fall. Beim Leblancprozeß[1] muß nämlich Sulfat mit Kalkstein und Kohle bei Rotglut geschmolzen werden. Hierbei findet in dem Gemisch ein chemische Umsetzung statt, wobei sich die Rohsoda bildet. Zur besseren Erreichung des Zwecks wird die Masse fortwährend in Bewegung gehalten. Früher nahm man diesen Prozeß in vertikal stehenden Öfen vor, deren Inhalt von Hand umgerührt wurde. Die Unzuträglichkeiten bei Beschickung und Entleerung des Ofens waren die gleichen, wie wir sie für die Vertikalretorten kennen lernten. Heute hat der Ofen, den man als Revolverofen bezeichnet, die Gestalt einer horizontal gelagerten tonnenförmigen Trommel, deren Spundloch von ziemlicher Weite mit einem Deckel verschließbar ist. Bei der Beschickung wird das geöffnete Spundloch nach oben gestellt; die Charge kann vermittels eines Kippwagens hineingebracht werden. Nach vollendetem Prozeß, währenddessen die Trommel fortwährend maschinell gedreht wird, stellt man das Spundloch nach unten, öffnet es und läßt den Inhalt in eine langsam vorwärts bewegte Reihe von Draisinen auslaufen. Hier bewirkt also die organische Verbindung des Ofens zusammen mit seiner Lageveränderung neben einer beträchtlichen Abkürzung der toten Periode eine Ersparnis an Arbeitskräften.

Vielfach verfolgt allerdings die organische Mechanisierung eines Apparates auch einen andern Zweck, nämlich den, die Produktivität durch größere Gründlichkeit des Prozesses zu steigern. So sehen wir beispielsweise, daß die Destillation des Braunkohlenteers[2] heute meist in gußeisernen Blasen durchgeführt wird, die mit einer Luftsaugemaschine in Verbindung stehen, so daß die Destillation im Vakuum vor sich geht, was den Vorzug hat, daß

1. die Temperatur niedrig gehalten werden kann, 2. die

[1] Lunge, Handbuch der Sodaindustrie, 1894 und 1896.

[2] Gräfe, Die Braunkohlenteerindustrie, 1906.

Bildung sogenannter permanenter Gase verhindert wird, was eine größere Ausbeute an Paraffin und Ölen zur Folge hat, 3. Teerkoks sich nur in geringer Menge bildet, so daß ein fast kontinuierlicher Betrieb möglich wird. Ähnlich wie hier wirken die Exhaustoren in der Gasindustrie, ähnlich wirkt auch das Rührwerk in der Branntweinblase, ähnlich auch die Gebläsevorrichtung an der Bessemerbirne, die eine durchgreifendere Verbrennung des Kohlenstoffes gestattet als der Puddelprozeß. Kurzum, in einer ganzen Anzahl von Fällen wird die maschinelle Ausgestaltung des Apparats zum Zwecke einer besseren Erreichung des Produktionseffekts durchgeführt.

Wenden wir uns nun dem zweiten Wege zur Verkürzung der toten Zeit am Apparat zu! Hier haben wir zwei Möglichkeiten zu unterscheiden: Einmal die einfache Ausgestaltung, bei der nur der Apparat selbst seine Lage verändert, oder aber die disjunktive, die durch seine Zerlegung in mehrere neuartige Apparate nach dem Grundsatz der Arbeitsteilung herbeigeführt wird.

Die erste Möglichkeit — einfache Umgestaltung des Apparats — geschieht gewöhnlich durch andere Orientierung seiner Teile, ohne daß sonst irgendeine Änderung an seiner Ausgestaltung vorgenommen wurde. Hierher gehört z. B. auch die Schrägstellung der Gasretorten, die wir oben kennen lernten, und die schon für sich allein ohne gleichzeitige Mechanisierung die tote Zeit der Retorten verkürzen würde. Demselben Ziel dient es, wenn in der Brauerei die Maischpfanne bedeutend höher gestellt wurde als die Sudpfanne, um die Überleitung des Sudes von der ersten in die letzte schneller durchführen zu können.

Auch in der Teerschwelerei [1] finden wir eine derartige einfache Umgestaltung des wichtigsten Apparates. Früher wurde der Verschwelungsprozeß in liegenden gußeisernen Röhren vorgenommen, heute dagegen wendet man nur noch stehende Zylinder aus Eisen oder Schamotte an. Beschicken und Ausrücken wird dadurch erleichtert; auch sind die Arbeiter weniger der Belästigung durch Gas ausgesetzt; dabei kann aber sogar ein kon-

[1] Gräfe, Die Braunkohlenteerindustrie, 1906.

tinuierlicher Betrieb durchgeführt werden, indem fortwährend unten aus dem Zylinder entschwelte Kohle herausgleitet, während sich von oben frische nachsenkt. Auf diese Weise braucht die Feuerung nur alle 4 bis 12 Monate zwecks Reinigung der Zylinder ausgeblasen zu werden.

Nicht selten gelingt es sogar, allein durch Umgestaltung des Apparates einen vollkommen kontinuierlichen Betrieb zu ermöglichen. Besonders gilt das von den Öfen. Ein schönes Beispiel dafür bietet der Kalkofen[1]. Ursprünglich brannte man den Kalk im Freien, schichtenweise, auf einer 3 Fuß hohen Lage Holz, also ohne Benutzung eines Arbeitsmittels; dann legte man Gruben an, in denen der Kalkstein in ähnlicher Weise gebrannt wurde, und endlich schritt man zur Anlage von gemauerten Öfen. In einem gemauertem Raume wurde auf einem gemauerten Herd Feuer entzündet, nachdem die Kalksteine locker darin aufgeschichtet waren. Die Zeit vom Beschicken des Ofens bis zur Beendigung des Brennprozesses dauerte etwa vier Tage. War in diesem Falle schon die Produktionsperiode am Apparat sehr lang, so war seine tote Zeit um nichts weniger schleppend; denn das Einbringen und Aufschichten der Steine im Ofen erforderte selbstverständlich viel Zeit. Leider stehen mir über diesen Punkt genauere Angaben nicht zu Gebote. Erst mit der Einführung der Schachtöfen wurde der kontinuierliche Betrieb ermöglicht. Es sind das 4—5 m hohe, aus festem Material gemauerte Öfen, die in ganz ähnlicher Weise beschickt werden wie die Hochöfen, das heißt also, durch ihre obere Öffnung erfolgt schichtweise Zufuhr von Kohle und Kalkstein, während durch eine untere, seitliche Öffnung der gebrannte Kalk von Zeit zu Zeit ausgezogen wird. Die Entwicklung der Hochöfen zum kontinuierlichen Betrieb ist ja bekanntlich in ganz ähnlicher Weise vor sich gegangen.

Wohl das schönste Beispiel aber liefert uns die Ziegelbrennerei. Bruno Heinemann[2] berichtet darüber:

---

[1] Heusinger von Waldegg, Die Kalkbrennerei und Zementfabrikation, 1903.

[2] Bruno Heinemann, Die wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Ziegelindustrie.

„Früher erfolgte das Brennen der Ziegel in periodischen „Öfen. Erst seit Erfindung des Ringofens von Hoffmann „(1858) ist der kontinuierliche Betrieb möglich geworden, der „neben Brennmaterialersparnis zu einer großen Regelmäßig„keit des Betriebes führt."

Wenn man den periodischen Ofen mit dem Ringofen vergleicht, so zeigt sich, daß die Technik beim Ringofen nur die einzelnen Teile anders angeordnet hat, ohne daß am Grundprinzip des Apparates etwas geändert wurde.

Einen ganz ähnlichen Entwicklungsgang wie der Ziegelofen weist der Brennofen für Zement auf. Hier wird der periodische Schachtofen durch den kontinuierlichen Schachtofen von Dietz ersetzt, der auch nur eine Neuorientierung der einzelnen Apparatteile gegeneinander zeigt.

Aus diesen Beispielen erhellt also, daß nicht selten ohne Mechanisierung, ohne Zerlegung eines Apparates, allein durch Änderung seiner Lage ein wichtiger technischer Fortschritt erreicht werden kann. Anderseits zeigt sich aber auch, daß die Periodizität der Arbeit am Apparat trotzdem nicht vollkommen zu unterdrücken ist, kommt sie doch in entsprechender Weise wie bei der Maschine immer wieder in der Notwendigkeit zum Ausdruck, nach Ablauf eines bestimmten Zeitraumes Heiz- und Arbeitsmaterial zuzugeben, sowie das fertige Produkt aus dem Apparat zu entfernen. Auch hier also bleibt die für den Apparat charakteristische Langsamkeit des Ablaufs seiner einzelnen Wirkungsperioden bestehen, nur tritt sie nicht mehr deutlich in Erscheinung.

Dasselbe gilt von dem andern ungleich interessanteren Wege, der zwecks Beseitigung der toten Periode von der Technik eingeschlagen wird, ich meine die disjunktive Ausgestaltung, i. e. die Zerlegung *eines Apparates* in mehrere. Diese ist selbstverständlich nur bei einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Apparaten möglich, nämlich nur bei solchen, in denen eine Summe von Prozessen sich abspielt, die später von der Technik in verschiedenen Apparaten nacheinander vorgenommen werden. Sie konstruiert dann für jeden oder für mehrere dieser Prozesse je einen Apparat und erzielt mitunter auf diesem Wege, daß

nur noch an einem Apparat die Periodizität in Erscheinung tritt, während sie an den andern fast vollständig unterdrückt wird. Ein plastisches, sozusagen ein Schulbeispiel für diese technische Ausgestaltung eines Apparates liefert die Schwefelsäureindustrie.

Um das zu verstehen, ist ein kurzer historischer Rückblick nötig. Die gewerbliche Schwefelsäureherstellung, die um die Mitte des 18. Jahrhunderts aufkam[1], wurde zuerst nach folgendem Verfahren betrieben. In Glocken aus Glas oder Blei von 300 Litern Fassungsvermögen verbrannte man bei Anwesenheit von Wasser Schwefel und Salpeter. Dieser Prozeß wurde mehrere Male wiederholt und dann das Wasser, welches sich am Boden der Glocke befand, in Retorten konzentriert. Es braucht nicht gesagt zu werden, daß die Periodizität bei diesem Verfahren scharf hervortrat, und daß auch die lange Dauer der toten Zeit wirtschaftlich als schwerer Mißstand empfunden werden mußte, gestattete sie doch die Ausnutzung der kostspieligen Apparate nur in höchst unvollkommenem Maße. Betrachtet man den dem Verfahren zugrunde liegenden Prozeß, so zeigt sich, daß er in zwei voneinander scharf zu trennende Vorgänge zerfällt:

1. die Erzeugung des Gasgemenges durch Verbrennen des Rohmaterials und des Hilfsstoffes,
2. die Säurebildung selbst.

In dem Augenblick nun, wo die Erzeugung des Gasgemisches außerhalb der Kammern selbst vorgenommen wurde, konnte den Kammern ein kontinuierlicher Gasstrom zugeleitet werden, so daß (wenn ein den Betrieb nicht störender Abfluß der Säure ermöglicht wurde) im Kammerinnern fortwährend neue Säure erzeugt werden konnte. Es war also nur nötig, einen Ofen zu konstruieren, in dem Salpeter und Schwefel verbrannt wurden, und die entstehenden Gase in die Kammern einzuleiten. Chaptal, der spätere Handelsminister unter dem ersten französischen Kaiserreich, löste diese Aufgabe und führte so den kontinuierlichen Betrieb in die Schwefelsäurefabrikation ein.

---

[1] Vgl. Drösser, l. c.

Wenn wir das Fazit aus diesem Beispiel ziehen, so sehen wir: durch die Zerlegung der älteren Schwefelsäurekammern, welche der gleichzeitigen Erzeugung des Gasgemenges und der Säure selbst dienen, in zwei Apparate, von denen der eine allein das Gasgemenge, der andere allein die Säure erzeugt, wurde die tote Zeit an dem letzten vollkommen beseitigt, so daß sie die ihren Anlagekosten entsprechende intensive Ausnutzung im Produktionsprozeß erfahren konnten. Der periodische Charakter der Produktion kommt nunmehr nur am Verbrennungsofen zur Erscheinung. Es gelingt also der Technik in bestimmten Fällen, am Apparat die Periodizität höherer Ordnung ganz zu beseitigen.

Ein sehr schönes anderes Beispiel dafür bietet auch der Kohlenheizprozeß, dessen Verbesserung ja von ungeheurer Wichtigkeit für die gesamte Industrie war. Vor allem der Übergang von der direkten zur Generatorfeuerung. Der Anstoß zu ihrer Ausgestaltung wurde bekanntlich durch Fabre du Faur gegeben, dem es gelang, die Gichtgase des Hochofens zur Erzeugung der zum Frischen des Eisens notwendigen Temperatur zu verwenden. Die Kohlen- bezw. Koksheizung beruht auf der chemischen Tatsache, daß Kohle sich mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbindet, wobei Wärme frei wird. Es kommt also darauf an, daß diese Verbindung möglichst durchgreifend zustande kommt. Im gewöhnlichen Ofen ist dies Ziel deswegen nicht zu erreichen, weil die in den unteren Lagen des Heizmaterials erzeugte Kohlensäure beim Passieren der oberen glühenden Kohlenlagen zu Kohlenoxyd reduziert wird, weshalb ein Teil der Abgase immer noch brennbar ist. Wir haben also im gewöhnlichen Ofen zwei einander entgegenwirkende Prozesse zu unterscheiden, nämlich einmal den Oxydationsprozeß und dann den hier unerwünschten Reduktionsprozeß. Zu dieser Unvollkommenheit des Verbrennungsvorganges tritt aber noch hinzu die Ungleichmäßigkeit der Temperatur, die einmal durch das mit der Heizarbeit verbundene Öffnen der Türe, dann aber auch durch die Schlackenbildung herbeigeführt wird, welche die Luftzufuhr beschränkt. Die Generatorfeuerung umgeht nun dieses Dilemma dadurch, daß sie den Ofen in zwei Teile zerlegt. Im ersten Teil, dem

Generator, erzeugt sie durch beschränkte Luftzufuhr eine unvollkommene Verbrennung, so daß sich wegen des Sauerstoffmangels nur Kohlenoxyd bildet, das dann erst im zweiten, der Heizung dienenden Teil mit vorgewärmter Luft in Berührung gebracht und verbrannt wird. Die Abgase werden dann noch zur Vorwärmung der Verbrennungsluft sowie zur Erzeugung von Wasserdampf benutzt. Die bessere Ausnutzung der Kohle kommt vor allem in der 30 %igen Brennmaterialersparnis und der größeren Gleichmäßigkeit der Temperatur zum Ausdruck.

Wir sehen also: die Technik zerlegt den ursprünglich einheitlichen Apparat in zwei neue, von denen jeder einen Teil der Aufgabe des früheren übernimmt. Dadurch gelingt es ihr, die Periodizität an dem Heizofen vollkommen zu unterdrücken. Am Generator selbst ist das natürlich nicht möglich, da er in bestimmten Zeiträumen ja neu beschickt werden muß.

Freilich hat die disjunktive Ausgestaltung eines Apparates keineswegs immer den Zweck, die Betriebskontinuität zu ermöglichen. Es gibt auch Fälle, in denen sie nur einer Förderung des Produktionsprozesses dient. Da sind vor allem jene Verfahrungsweisen zu nennen, bei denen der Arbeitsgegenstand einer Kochung unterworfen wird. Früher ging man dabei so zu Werke, daß man ihn über direkter Feuerung mit Wasser zusammenbrachte. Heute dagegen erzeugt man in einem besonderen Apparat überhitzten Wasserdampf, den man alsdann einem zweiten Apparat zuführt, in dem sich der Arbeitsgegenstand befindet. Als Beispiel dafür sei die Herstellung der ätherischen Öle erwähnt [1]. Sie werden vielfach noch aus Pflanzenteilen gewonnen. Nach der alten Verfahrungsweise wurden diese mit Wasser im Destillierapparat gekocht, und der aus dem Apparat austretende Wasserdampf, der einen Teil des Öles enthielt, alsdann in der Vorlage verflüssigt. Die Ausbeute wird aber bedeutend größer, wenn man die Pflanzenteile nur mit dem heißen Dampf in Berührung bringt, ohne ihnen Wasser zuzusetzen, weswegen in neuerer Zeit meist nach dem oben angegebenen Prinzip verfahren wird.

---

[1] Askinson, Fabrikation der ätherischen Öle, 1901.

Ganz dieselbe Erscheinung sehen wir in der Leimindustrie, auch hier wurde die Kochung des Leimgutes früher in einem einheitlichen Apparat vorgenommen, der aber heute in ähnlicher Weise eine disjunktive Ausgestaltung erfahren hat wie der Destillierapparat für ätherische Öle.

Damit sind wir am Ende unserer Betrachtungen über die Besonderheiten der Periodizität am Apparat angelangt. Ihre Ergebnisse wollen wir jetzt kurz nochmals zusammenfassen:

Wir unterscheiden eine Periodizität niederer und eine solche höherer Ordnung. Die Periodizität niederer Ordnung kennzeichnet die Maschine und fehlt am Apparat. Die Periodizität höherer Ordnung ist beiden gemeinsam. Sie tritt aber am Apparat stärker hervor, weil die einzelnen Perioden längere Zeit in Anspruch nehmen. Auch die tote Periode verlangt am Apparat meist längere Zeit als an der Maschine. Durch die Technik werden die Unterschiede in etwas verwischt. Es gelingt ihr in gewissen Fällen, die tote Zeit abzukürzen oder zu beseitigen. Die Wege dazu sind

1. Mechanisierung des Apparates,
   a) einfache,
   b) organische,
2. Umgestaltung des Apparates,
   a) einfache,
   b) disjunktive.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß auch die Kombinierung dieser Möglichkeiten sehr häufig ist.

d) Das Material zur Herstellung des Apparates.

Wir wenden uns jetzt einer andern Eigenheit der Apparate zu. Betrachten wir das Material, das zu ihrer Herstellung dient! Entsprechend dem, was vorhin über die Wirkungsweise der Maschine gesagt wurde, kommt für diese Arbeitsmittel vor allem ein Material in Betracht, welches den durch die Reibung der einzelnen Maschinenteile gegeneinander erwachsenden Anforderungen genügt, also vor allen Dingen große Zug- und Druckfestigkeit, sowie Zähigkeit usw. besitzt. Dieses Material wurde im Stahl gefunden, und es ist bekannt, daß die Ent-

wicklung des Maschinenwesens erst möglich wurde durch die Fortschritte der Technik in Gewinnung und Verarbeitung des Eisens. Dieses Metall liefert denn auch unbestreitbar den Stoff für fast alle unsere modernen Industriemaschinen. Nur sehr selten werden aus bestimmten Rücksichten für einzelne Teile andere Materialien verwendet. Die Technik hat aber dann stets das Bestreben, auf irgendeinem Wege die Herstellung auch dieser Teile aus Eisen zu ermöglichen. Man kann daher ohne Übertreibung sagen, daß die Substanz der Maschine das Eisen sei.

Für den Apparat gilt dieser Satz durchaus nicht. Nach dem, was oben über die Passivität des Apparates entwickelt worden ist, sollte man eigentlich erwarten, daß nun grundsätzlich keinerlei Beziehungen zwischen ihm und dem Arbeitsgegenstand beständen. Das ist nun aber ganz und gar nicht der Fall, sondern wir werden sehen, daß gerade die Frage nach dem Material, nach der Substanz des Apparates eine der wichtigsten der gesamten Apparattechnik bildet. Und nicht allein technische, sondern selbstverständlich nicht in geringerem Maße wirtschaftliche Gesichtspunkte spielen bei der Entscheidung über die Wahl der Apparatsubstanz mit. So finden wir denn die verschiedensten Materialien in Anwendung: Eisen, andere Metalle, Stein, Holz, Glas, Ton, Porzellan, Mauerwerk usw. Eine Substanz, die als gemeinsames konstruktives Material für alle Apparate gelten könnte, gibt es nicht. Der Gegensatz zu den Maschinen kommt also hier recht scharf zum Ausdruck.

Was ist nun der Grund für die Verwendung der verschiedenen Materialien zur Herstellung der Apparate? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir hinweisen auf die Eigenart der Wirkung des Apparats. Wir haben gesehen, daß sich im Apparat ein Prozeß vollzieht, an dessen Zustandekommen er selbst unbeteiligt bleibt. Logischerweise setzt das voraus, daß der Apparat aus einem Material besteht, welches von keinem Teil des in ihm tätigen Arbeitsgegenstandes in Mitleidenschaft gezogen wird. In dem Augenblick nämlich, wo das geschähe, würde der Prozeßverlauf gestört sein, indem er eine andere Richtung annähme. Bei der Verschiedenartigkeit

nun der Prozesse, die in den einzelnen Apparaten sich abspielen, kann eine Substanz, die bei jedem wie immer gearteten Prozeß unbeteiligt bliebe, nicht gefunden werden. Es ist darum eine der wichtigsten Aufgaben der Technik, in jedem einzelnen Falle, für jeden vorkommenden Prozeß ein Material zum Bau des Apparates zu finden, das den ungestörten Verlauf des betreffenden Prozesses gewährleistet. Daher die Verschiedenartigkeit des Materials, aus dem die einzelnen Apparate gebaut sind.

Von welchen Gesichtspunkten geht nun die Technik aus bei ihren Bestrebungen ein neutrales Bildemittel zur Herstellung des Apparates zu finden? Es braucht nicht gesagt zu werden, daß für sie natürlich auch die bekannten wirtschaftlichen Gesichtspunkte, wie Wohlfeilheit, Dauerhaftigkeit, Widerstandsfähigkeit des Materials gegen äußere Einflüsse usw. mitspielen. Das ist ja selbstverständlich; hier interessieren uns vor allem die technischen Rücksichten, welche der Apparat dem Erbauer durch seine Eigenart auferlegt. Diese können nun dreifach verschiedener Art sein; nämlich: 1. mechanischer, 2. sonst physikalischer, 3. chemischer Natur, wobei es selbstverständlich möglich ist, daß alle drei oder zwei Arten an ein und demselben Apparat gleichzeitig in Betracht kommen.

Zunächst zu solchen Apparaten, in denen sich Prozesse mit mechanischer Wirkung vollziehen. Vor allem gehören jene hierher, bei denen im Inneren während des Prozesses ein höherer Druck als der atmosphärische erzeugt wird, eine Erscheinung, die ja für die Dampfkessel typisch ist, aber auch sonst bei manchen Apparaten angetroffen wird. Zum Beispiel bei den Autoklaven, den Kochern der Holz-Zellstoff- und Papierfabriken, auch bei den zur Gewinnung von Kartoffelspiritus dienenden Maischbottichen, ferner in der Trockenpartie der Papiermaschine und in vielen anderen Fällen. Der durch solche Prozesse im Innern des Apparates entstehende Überdruck stellt selbstverständlich nicht selten gewaltige Anforderungen an Zähigkeit und Festigkeit seines Bildungsmaterials, sodaß die Technik, wenn irgend möglich, Eisen verwendet. Die Anforderungen, die ans Material gestellt werden, sind ja (wenn

auch cum grano salis) die gleichen wie bei der Maschine. Und so finden wir denn die oben erwähnten Apparate fast alle aus festgenieteteten Eisenplatten bestehen. Die Gleichheit der Bedingungen, unter denen die Apparate verwandt werden, wirkt natürlich auf eine Gleichheit ihres Materials hin. Doch wird diese Tendenz in manchen Fällen durch eine der beiden anderen Rücksichten durchkreuzt, denen wir uns jetzt zuwenden.

Bei Prozessen, die nur durch Zuführung von Elektrizität oder Wärme zustande kommen, ist für die Wahl der Apparatsubstanz der Gesichtspunkt von größter Wichtigkeit, in welchem Maße sie von den Prozeßerregern in Mitleidenschaft gezogen wird. Hier zeigt sich schon mit aller Deutlichkeit, daß Eisen keineswegs immer als Material für den Apparat dienen kann, denn es ist nicht nur ein guter Wärme- sondern auch ein guter Elektrizitätsleiter. Nun ist ja diese Eigenschaft dann nicht von Nachteil, wenn dem Arbeitsgegenstande Wärme oder Elektrizität durch Vermittlung des Arbeitsmittels mitgeteilt werden soll. Ein Kohlenofen zum Beispiel, der der raschen Erwärmung der Zimmerluft dienen soll, wird aus Eisen herzustellen sein, da dieses die durch Verbrennung der Kohlen freiwerdende Wärme schnell nach außen weiterleitet, während ein Kachelofen zur nachhaltigen Erwärmung vorzuziehen ist, da seine Kacheln als schlechte Wärmeleiter noch lange nach Beendigung des Brennprozesses aufgespeicherte Wärme auszustrahlen vermögen. Technisch wirtschaftlich betrachtet wird nun aber das gute Wärmeleitungsvermögen des Eisens ein gewichtiges Argument gegen seine Verwendung zum Bau solcher Apparate liefern, die möglichst wenig Wärme nach außen abgeben sollen. Beim Brennofen zum Beispiel, wie er mit geringen Modifikationen in der Ziegelindustrie, der Industrie feuerfester Steine, der Tonwaren- und Porzellanindustrie angewandt wird, kommt alles auf Vermeidung der Wärmestrahlung nach außen an. Erscheint sie doch als ein Verlust an Heizmaterial. Für den Bau solcher und ähnlicher Apparate kann also das Eisen garnicht in Frage kommen. Sie werden aus Mauerwerk hergestellt. Demselben ökonomischen Zweck dient die Bekleidung von Dampfkessel und Ofen mit einer gemeinsamen Hülle von Mauerwerk, ebenso wie

auch die Ummauerung des Retortenofens in der Gasgewinnung. Kurzum, überall da, wo Wärmestrahlung nach außen vermieden werden soll, erweist sich das Eisen als ungeeignet. Entweder wird es dann garnicht zum Apparatebau verwandt oder nur in Verbindung mit anderen, isolierenden Materialien.

Stand in den bisher erwähnten Fällen die rein technische Verwendbarkeit des Eisens für den Apparatbau außer Zweifel, so ist mitunter die Verwendung von Eisen aus technischen Gründen unmöglich. Überall da nämlich, wo zum Zustandekommen eines Prozesses die Temperatur über den Schmelzpunkt des Eisens hinaus gesteigert werden muß, kann dieses für den Bau des entsprechenden Apparates nicht in Betracht kommen. Es würde ja sonst während des Prozesses das Eisen schmilzen und der Apparat zerstört werden. Das gilt in erster Linie natürlich von den Apparaten der Eisenindustrie, also dem Hochofen, Schmelzofen, Schweißofen, dem Konverter usw. In allen diesen Fällen wird der eigentliche Körper des Apparates von feuerfesten Steinen gebildet, während er nach außen hin (aus mechanischen Rücksichten) mit einem verhältnismäßig dünnen Eisenmantel bekleidet ist. Noch besser kommt die Unverwendbarkeit des Eisens an dem Schmelzofen der Glasmanufaktur [1] zur Erscheinung. Dort wird bekanntlich die Schmelze, also Sand, Glasscherben, Potasche usw. in Retorten verflüssigt, welche radial um ein zentrales Feuer gestellt sind. Da beim Prozeß der Glasschmelze hohe Temperaturen notwendig sind, ist die Anwendung von Eisen nicht möglich. Der Körper der Retorten wird deswegen aus feuerfestem (Schamotte) Ton, gewöhnlich in der betreffenden Manufaktur selbst angefertigt. Ähnlich ist es in der Gasindustrie, deren Retorten gleichfalls aus Ton hergestellt werden.

Macht so schon die für manche Arten von Prozessen notwendige Temperaturhöhe die Verwendung von Eisen für den Apparatebau unmöglich, so sind es mitunter auch ganz andere Rücksichten. Nämlich: Eine Reihe von Prozessen verlangt für das Arbeitsmittel ein ganz besonders geartetes Material. Es sei hier nur auf *ein* ganz klares Beispiel hingewiesen; der

[1] Gerner, Die Glasfabrikation.

Filtrierprozeß erheischt ein Material von besonderer Porösität. Wo derartige Anforderungen an die Substanz des Arbeitsmittels gestellt werden, ist selbstverständlich nur die Anwendung sehr weniger besonders geeigneter Materialien möglich. So wird z. B. unser Trinkwasser[1] in Sandfiltern von den gröberen Fremdstoffen befreit, doch sind solche Filter nicht überall in der industriellen Technik anwendbar, und zwar aus verschiedenen Gründen. Ihre Wirkung ist nämlich verhältnismäßig grob, und schon deswegen sind sie zur Filtrierung mancher Chemikalien, von denen sie obendrein auch noch unter Umständen angegriffen und zerstört werden können, nicht geeignet.

Damit kommen wir auf den dritten Gesichtspunkt, der für die Wahl der Apparatsubstanz maßgebend ist. Gewöhnlich werden solche Filter nämlich besonders stark angegriffen durch Säuren und alkalische Flüssigkeiten; es sind also bei ihrer Konstruktion chemische Rücksichten mit in Betracht zu ziehen. Neuerdings verwendet man deshalb als Filtriermaterial die sogenannten Kohlenstoffsteine, wie sie bisheran zur Auskleidung von Hochöfen benützt wurden. Sie bestehen aus einer Mischung von Koksmehl mit Teer, die unter Luftabschluß in Formen gebrannt wird. Mit diesem Material können hochkonzentrierte siedendheiße Lösungen von Ätzkali oder Natron filtriert werden[2]. Bekanntlich werden auch die meisten Metalle von manchen chemischen Stoffen, insbesondere von Säuren sehr leicht angegriffen bzw. aufgelöst. Es liegt auf der Hand, daß solche Prozesse, bei denen eine derartige Säure einen Teil des Arbeitsgegenstandes oder das Arbeitsprodukt bildet, nicht in eisernen Apparaten bewerkstelligt werden können. Es würde ja sonst der Apparat einer schnellen Zerstörung ausgesetzt sein. Aufgabe der Technik ist es also in jedem derartigen Fall, ein Material für den Apparatebau zu suchen, das unangreifbar ist von den im Innern des Arbeitsmittels befindlichen Stoffen.

So würde es beispielsweise nicht möglich sein, die Bildung der Schwefelsäure in eisernen Kammern vorzunehmen. Man

---

[1] v. Esmarch, Hygienisches Taschenbuch, Berlin 1908.
[2] Zeitschrift für chemische Industrie, Jahrgang 1912.

verwandte daher zuerst Glasglocken für diesen Zweck. Allein die Glocken erwiesen sich bei aller technischen Brauchbarkeit als zu zerbrechlich. Man wählte dann das Blei zum Kammerbau, das sich als ziemlich unangreifbar durch die Schwefelsäure erweist. Diese Unangreifbarkeit ist aber keineswegs absolut, wie beim Glas, sondern die Kammerwände werden tatsächlich immer dünner, je länger sie benutzt werden, indem ein Teil der sich bildenden Säure das Blei dennoch auflöst[1]. Die Substanz der Bleikammern entspricht also keineswegs restlos den Anforderungen, die wirtschaftlich-technisch an sie zu stellen wären, allein mangels besseren Materials hat man sie bis heute beibehalten müssen.

Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei einem anderen, nicht weniger wichtigen Apparat der Schwefelsäureindustrie; nämlich bei den Eindampfschalen. Die Kammersäure ist ziemlich schwach und muß erst auf die gewünschte Konzentration eingedampft werden; das geschieht in diesen Eindampfschalen. In der ersten Zeit stellte man sie ebenfalls aus Glas her, mußte sich aber dann aus dem obengenannten Grunde zur Wahl eines anderen Materials entschließen. Blei war zur Erzielung höherer Konzentrationen nicht zu verwenden, da die Eindampftemperatur es zum Schmelzen bringen würde und obendrein die Wärme die Auflösung des Metalls durch die Säure befördert. Als bedeutend widerstandsfähiger erwies sich nur ein Edelmetall, das Platin. Heute, angesichts der hohen Platinpreise, hat man vielfach diese Platinschalen wieder verkauft und durch solche aus dünnem Porzellan ersetzt, deren Herstellung inzwischen durch die Fortschritte der keramischen Industrie möglich geworden ist. Das Porzellan verbindet den Vorteil der Wohlfeilheit mit dem der Säurebeständigkeit, ist indes wieder leicht zerbrechlich.

Auch bei der Holzzellstoffgewinnung nach dem Sulfitverfahren spielen die Rücksichten auf die Apparatsubstanz eine wichtige Rolle. Hier wird das zerkleinerte Holz in der sogenannten Lauge, einer wässerigen Lösung von schwefeliger Säure, 4 bis 15 Stunden bei einem Druck von wenigen Atmosphären gekocht. Das geschieht in den schon erwähnten Kochern. Es sind das

[1] Lunge l. c.

zylindrische oder kugelförmige eiserne Behälter von 4 m Durchmesser und 8 m Höhe, die auf vier Säulen ruhen, und deren unterer Verschlußdeckel auf vier Rädern fahrbar ist. Im Innern sind sie mit einer Auskleidung säurebeständiger Steine versehen. Auch hier zeigt sich demnach, daß die Rücksicht auf die chemische Reaktionsfähigkeit eines Teiles des Arbeitsgegenstandes, der Lauge, zur Wahl eines bestimmten Materials zwingt. Bei der Konstruktion dieser Kocher mußte die Technik zunächst große Schwierigkeiten überwinden:

> „Die aufs genaueste geprüften Kocher (sagt Schäfer[1]) „haben den Konstrukteuren manche Sorge bereitet . . . das „häufige Erneuern der Mauerung und das Einziehen neuer „Platten war oft schon nach zwei Betriebsmonaten not„wendig, während nach zweijährigem Gebrauch der ganze „kostspielige Apparat untauglich wurde . . . die Eisenindustrie „in Verbindung mit der zur Herstellung feuer- und säure„beständiger Mauersteine haben dafür gesorgt, daß hier ge„nügende Sicherheit bietendes Material zur Verwendung „gelangt."

Eine merkwürdige Sonderstellung nehmen gewisse Apparate ein, für die das hier aufgestellte Gesetz der grundsätzlichen Nichtbeteiligung des Apparates am zweckerfüllenden Vorgange sich nicht in seinem vollen Umfange aufrecht erhalten läßt. Es sind das jene, deren Substanz bei dem Zustandekommen des zweckerfüllenden Vorganges mitwirkt. So ist es z. B. in der Eisengewinnung[2] bei den dem Thomas-Gilchrist-Prozeß dienenden Apparaten. Viele Eisenerze sind nämlich phosphorhaltig. Beim Windfrischen durch den Bessemer-Prozeß wird dieser Phosphor indes nicht verbrannt, sondern verbleibt im Eisen, das er hart und brüchig macht. Früher konnten demnach phosphorhaltige Erze zum Bessemer-Prozeß nicht verwendet werden, da man den Phosphor nicht entbehren konnte. Das wurde erst anders, als in Gestalt des Dolomits für die Apparatsubstanz des Konverters ein Körper gefunden war, der dem Eisen seinen Phosphorgehalt vollständig entzog. Heute besteht deswegen die innere

---

[1] Schäfer l. c. [2] Dürre l. c.

Auskleidung des Konverters aus Dolomit, der die Eigenschaft hat, sich mit dem Phosphor zu Kalziumphosphat zu verbinden.

Übrigens ist zuzugeben, daß es im vorliegendem Fall zweifelhaft sein kann, ob die Dolomitauskleidung als Apparatbestandteil oder als Arbeitsgegenstand zu gelten habe. Für die letzte Auffassung würde die Tatsache sprechen, daß sie ja beim Prozeß selber vermöge ihrer chemischen Beschaffenheit agierend wirkt, daß also das Moment der Passivität fehlt, und daß außerdem ihre periodische Erneuerung nötig ist. Für die Auffassung der Dolomitwandung als Teil des Arbeitsmittels aber spricht die Tatsache, daß ihr Hauptzweck der ist, als Wärmeisoliermittel zu dienen. Es handelt sich also hier offensichtlich um einen Grenzfall, über dessen Einreihung sich streiten läßt.

Einen ganz ähnlichen, aber doch klarer liegenden Fall haben wir in der Kognakfabrikation[1]. Hier wird der fertige Kognak besserer Qualität mehrere Jahre lang in Fässern abgelagert. Nun würden diese Fässer uns hier, wo wir uns ausschließlich mit den Mitteln der W e r k v e r r i c h t u n g befassen, nicht weiter interessieren, wenn sie bloße Behälter darstellten. Dies ist aber nicht der Fall. Während seiner Lagerzeit soll nämlich der Kognak aus dem Holz dieser Fässer gewisse Farb- und aromatische Stoffe in sich aufnehmen. Es vollzieht sich an dem Kognak ein durch die Natur des Arbeitsmittels bedingter Prozeß im Innern dieser Fässer. Ihre Dauben werden daher aus dem an solchen Stoffen besonders reichen Holze der Limousin-Eiche hergestellt und verkörpern, da dieses Holz sehr hoch im Preise steht, einen beträchtlichen Wert. Als Kuriosum sei noch erwähnt, daß die Fässer von Jahr zu Jahr wertvoller werden, da der in die Holzfasern eindringende Alkohol diese immer besser aufschließt, so daß mit den Jahren der Übergang der nutzbaren Stoffe in den Kognak beschleunigt wird. Auch hier haben wir also einen Apparat, dessen Substanz teils als Arbeitsmittel, teils als Arbeitsgegenstand aufgefaßt werden muß. Solche Fälle, in denen das Gesetz der Passivität für die Apparatsubstanz keine volle Gültigkeit hat, sind aber sehr selten. Der Allgemeingültigkeit

[1] Eigene Beobachtung.

dieses Gesetzes tun sie meines Erachtens keinen Abbruch. Immerhin zeigen die angeführten Beispiele, daß die Gesichtspunkte, die für die Wahl des Materials zum Apparatebau in Betracht kommen, bedeutend weniger einheitlich sind, als an der Maschine, und dies ist wieder ein Punkt, in dem die Besonderheit der Apparattechnik ganz offensichtlich in Erscheinung tritt.

e) Größenverhältnisse der Apparate.

Auch in einem andern Punkt stoßen wir auf einen ähnlichen Unterschied, wenn er auch lange nicht in der gleichen Verbreitung sich nachweisen läßt. Vergleichen wir Apparate und Maschinen hinsichtlich ihrer Größenverhältnisse, so ergibt sich folgendes: Alle industrielle Maschinerie hat die Neigung, mit dem Fortschritt der Technik im Verhältnis zu ihrer Leistung kleiner, kompendiöser zu werden. Ein sehr schönes Beispiel für diese Tendenz liefert uns die Dampfmaschine[1]. Bei ihrer Erfindung, ja, noch bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts hinein, war zur Aufstellung einer Dampfmaschine ein mehrere Stockwerke hohes Gebäude erforderlich. Heute reicht ein verhältnismäßig kleiner Raum aus zur Unterbringung einer Maschine von beträchtlich höherer Leistungsfähigkeit. Ganz den gleichen Prozeß sahen wir an den kleineren, als Motoren bezeichneten Kraftmaschinen in unseren Tagen sich vollziehen; es ist ja allbekannt, welche Bedeutung die Verkleinerung der Betriebsmaschinen nicht allein für einen Teil des Kleingewerbes, sondern auch für Schiffahrt und vor allem für die Luftschiffahrt gehabt hat.

Allerdings ist vielleicht das technisch wirtschaftliche Streben zur Verkleinerung der Maschinerie bei den **Arbeits**maschinen nicht allenthalben mit der gleichen Schärfe nachweisbar; doch scheinen immerhin starke Anzeichen dafür gegeben zu sein. Ich erinnere nur an die schwerfällige Unförmigkeit älterer Eisenhämmer oder Webstühle, an die märchenhaften Formen alter Schußwaffen, im Vergleich mit dem grazilen Bau unserer heutigen Rohrrücklaufgeschütze und Präzisionsgewehre. Die Neigung zur großmöglichsten Verkleinerung der Maschinerie

---

[1] Matschoß, Geschichte der Dampfmaschine.

scheint sich also überall bemerkbar zu machen, und das selbst da, wo wir den Hang zu einer absoluten Vergrößerung vorfinden, wie z. B. an den Lokomotiven. Man vergleiche nur den Puffing billy mit einer modernen Schnellzuglokomotive! Hier ist aber der Anteil der Maschinerie im Verhältnis zur Größe der Lokomotive und vor allem im Verhältnis zur Menge und dem Gewicht der bewegten Wagen bedeutend kleiner geworden. Kurzum, bei Betriebs- wie bei Arbeitsmaschinen zeigt sich das technische Streben nach Verkleinerung der Maschinerie bei Steigerung der Leistungsfähigkeit.

Bei vielen Apparaten dagegen finden wir das entgegengesetzte Bestreben: Die Entwicklung drängt hier auf eine Vergrößerung der Arbeitsmittel hin. Der Grund dafür läßt sich theoretisch leicht begreifen, wenn man sich klar macht, daß man die Oberfläche, d. h. die Wandung eines Apparates oder eines Behälters nur in der zweiten Potenz zu steigern braucht, um eine Vergrößerung des Inhalts in der dritten zu erzielen. Dazu kommt noch, daß in manchen Fällen eine recht beträchtliche Größe Voraussetzung für die volle Ausnutzung eines Apparates sein kann. Man denke nur an die bedeutende Höhe des Turmes zur Herstellung der Lauge in Mitscherlichs Sulfitverfahren! So haben denn manche Apparate der modernen Technik Ausmaße, wie sie von keiner neuzeitlichen Maschine erreicht werden. Man vergegenwärtige sich beispielsweise den Brennofen der Ziegelei, der, gewöhnlich rechteckig, eine Länge von etwa 10 und eine Breite von etwa 7 m hat. Oder man denke an den Hochofen für Eisen, der meist die Größe eines mehrere Stockwerke hohen Gebäudes aufweist. Ebenso hoch oder noch höher sind die für die Eisenwerke so charakteristischen Winderhitzer, die zur Vorwärmung der Gebläseluft dienen. Hier ist auch an die vorhin erwähnten Kocher in der Papier- und Zellstoffindustrie zu erinnern, deren Ausmaße oben angegeben sind. Noch gewaltiger hinsichtlich ihrer Größe sind die Bleikammern der Schwefelsäureindustrie. Nach Lunge[1] ist die gewöhnliche Breite der Kammern selten unter 6 m. Ihre Höhe schwankt meist zwischen 5,3 und

[1] Lunge, Handbuch der Sodaindustrie.

7,5 m, ihre Länge (bei Hauptkammern) ist selten unter 30 m, kann aber auf 60 bis 90 m steigen. Nebenkammern sind weit kürzer. Um einen richtigen Begriff von der Größe der Apparatur zu bekommen, muß man aber noch wissen, daß zur Gewinnung der Säure mehrere solcher Kammern (ein System) notwendig sind. In manchen der großen Fabriken vereinigt man 9 bis 11 Kammern von je 1000 cbm Inhalt, in anderen ebenso großen beschränkt man sich auf 3 Kammern von je 1200 cbm Inhalt. Auch die in derselben Industrie zur Verwendung gelangenden Gay-Lussac- und Glovertürme, von denen der erste der Denitrierung der Schwefelsäure, der andere demselben Zweck und der Konzentration dient, weisen beträchtliche Ausmaße auf. Der Gay-Lussacturm hat eine Höhe von 17 bis 18 m und einen Durchmesser von etwa 2 m. Beim Gloverturm ist die Höhe nicht so allgemein bestimmbar, sie schwankt meist zwischen 6 bis 8 m. Hier sind auch die großen Malztennen der Mälzereien, ihre Einweichbottiche und die in den Großbrauereien so gewaltigen Ausmaße der Kühlschiffe zu erwähnen. Dann ist zu erinnern an den weitverbreiteten Rüdersdorfer Kalkofen, der gemeinhin die beträchtliche Höhe von 14 m und einen Durchmesser von 4 m hat. Auch in der Teerschwelerei haben wir Destillationszylinder von 5 bis 7 m Höhe und 1,5 m Durchmesser. Die Beispiele lassen sich noch vermehren, und es geht aus ihnen unzweifelhaft hervor, daß eine recht stattliche Anzahl von Apparaten Größenverhältnisse aufweist, wie sie bei Maschinen der neuen Zeit niemals angetroffen zu werden pflegen.

Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß sich diese Eigentümlichkeit nur bei den Apparaten der wichtigen Industrien vorfindet, bei den kleingewerblich zu betreibenden Industriezweigen kommen nicht selten noch recht winzige Apparate vor, das gilt z. B. von vielen Leim- und Gelatinefabriken, der Parfümerieherstellung, von kleineren Metallgießereien u. dergl. Ein grundsätzlicher Unterschied hinsichtlich der Größe kann also zwischen Apparaten und Maschinen nicht festgestellt werden. Für die wichtigsten Apparatindustrien jedoch ist die Größe der verwendeten Arbeitsmittel kennzeichnend. Es sei übrigens noch gesagt, daß selbstverständlich auch für die Apparatgröße ein

gewisses Optimum gegeben ist, das ohne Schaden nicht überschritten werden darf. Da die Verhältnisse in dieser Hinsicht bei jedem Apparat anders liegen und vielfach noch unaufgeklärt sind, so läßt sich hierüber nichts Allgemeingültiges sagen.

f) Produkte des Apparates.

Allgemeingültige Verschiedenheiten lassen sich nun aber auch zwischen den Arbeitsprodukten der Maschine und denen des Apparates feststellen.

Betrachten wir die Vorstufe des Arbeitsprodukts, den Arbeitsgegenstand, so zeigt sich folgendes: Dieser kann sein

1. ein Teil des Arbeitsmittels, z. B. das Rad einer Lokomotive. Die Maschine arbeitet nur, damit dieses in Rotation versetzt werde. Von dieser Möglichkeit ist hier abzusehen, da ihr ja kein Gegenstück am Apparat gegenübersteht;

2. ein dem Arbeitsmittel fremder Körper, dieser kann wieder sein
   a) von unbestimmter Form (z. B. Luft für den Ventilator, Wasser für die Pumpe usw.),
   b) geformt (z. B. Körner in der Mühle).

Bis hierher gilt alles von Maschine und Apparat gemeinsam. Nun aber beginnt die Verschiedenheit. Nämlich: in der Maschine wird an dem Stoff entweder eine Bewegungsänderung oder eine Formänderung vorgenommen, dergestalt, daß er selbst entweder in unveränderter oder in bestimmter Form vom Arbeitsmittel sich trennt. Da nun der Apparat zum zweckerfüllenden Vorgang sich passiv verhält, so vermag er für sich allein niemals am Arbeitsgegenstande eine Bewegungsänderung vorzunehmen. Aus demselben Grunde ist auch sein Vermögen, die Form des Arbeitsgegenstandes zu ändern, beschränkt auf die einzige bei Passivität des Arbeitsmittels mögliche Formänderung, nämlich die Auflösung der Form durch Änderung des Aggregatzustandes. Infolgedessen verläßt der Arbeitsgegenstand den Apparat entweder in verändertem Aggregatzustand oder aber in veränderter chemischer Konstitution.

In diesem letzten Falle ist selbstverständlich nicht seine Form, sondern sein Wesen geändert. Ein solche Wirkung vermag die

Maschine niemals zu vollbringen, während sie allerdings in vereinzelten Fällen wohl befähigt ist, den Aggregatzustand zu ändern. Das erhellt aus dem Hinweis auf die Gewinnung vieler flüssiger Gase, die mit Hilfe der Druckpumpe erfolgen kann, allerdings ist stets zu dieser Gewinnung eine sehr niedrige Temperatur nötig, welche nur durch Apparatwirkung erzeugt werden kann, wie ja überhaupt die Industrie flüssiger Gase erst mit dem Ausbau der Kältetechnik aufkommen konnte. Die Kondensationsvorrichtungen für Gase sind also reine Apparate oder Maschinen verbunden mit Apparaten, wobei zweifelhaft bleiben möge, welcher Charakter vorherrscht. Hier, wo es sich um die Darstellung der allgemeinen charakteristischen Züge unserer Arbeitsmittel handelt, dürfen wir von derartigen Spezialfällen absehen.

Es ergibt sich danach folgender Satz: Die Maschine ändert nur die Form des Arbeitsgegenstandes, der Apparat seinen Aggregatzustand oder seine chemische Konstitution. Die Maschine kann indes, ohne die Form des Arbeitsgegenstandes zu ändern, ihm eine bloße Bewegung mitteilen, eine Möglichkeit, die am Apparat nicht gegeben ist. Er dient stets einer Änderung am Stoffe.

Nun hat nur die Maschine ein Arbeitsprodukt (im eigentlichen Sinne des Wortes), die eine Formänderung am Arbeitsgegenstande vornimmt. Diejenige, welche ihm bloß eine Bewegung mitteilt, hat selbstverständlich kein Produkt. Sie ist nur in ähnlichem Sinne produktiv wie der Handel, der ja selbst auch keine Güter erzeugt, sonden nur ihren Ort verändert. Daher kann diese Art von Maschinen mit den Apparaten hinsichtlich des Produktes nicht verglichen werden, und es bleiben uns zum Vergleich mit ihnen nur die „Produktionsmaschinen", d. h. jene, die eine Formänderung am Arbeitsgegenstande vornehmen.

Nun liegt es in der Zwecksetzung jeder Maschine, daß das Produkt, wenn es sie verläßt, eine bestimmte Form habe. So z. B. geht aus einer Mühle immer nur Mehl von bestimmter Feinheit, aus einer Spinnmaschine Garn von bestimmter Dicke, aus einer Münzmaschine gehen stets nur Münzen mit bestimmter Prägung, aus einer Flaschenverkorkmaschine immer nur Flaschen mit verkorktem Halse hervor. Also: das Produkt der Maschine

hat stets eine bestimmte Form, die als Folge ihrer Zwecksetzung erscheint.

An den Apparaten ist das anders. Die Form des Produkts, so weit überhaupt davon gesprochen werden kann, wird nicht durch ihre Zwecksetzung sondern durch die Natur des Arbeitsgegenstandes bedingt. Das wird leicht klar, wenn wir uns vorstellen, daß in einer Eindampfpfanne für Kochsalz, wie sie in den Gradierwerken häufig sind, Kupfervitriol aus seiner Lösung zur Trockne eingedampft werden solle. Im ersten Falle erhalten wir ein Produkt von rhombischer, im andern Falle ein solches von trikliner Kristallgestalt. Da wo die Apparate einer Änderung des Aggregatzustandes dienen, ist ihr Zweck oft sogar der, den bis dahin geformten Gegenstand zu einem amorphen zu machen. Dienen sie aber gar einer Konstitutionsänderung, so tritt die Form vollständig zurück. Allerdings kommt es hierbei mitunter vor, daß das Arbeitsprodukt trotzdem geformt ist, z. B. Kristallform annimmt. Allein beim Zustandekommen dieser Form wirkt nicht der Apparat mit, sondern ihre Bildung wird bedingt durch das Wesen des Arbeitsgegenstandes. Hierfür ein Beispiel: Die Gewinnung unseres Kochsalzes aus seinen wässrigen Lösungen, den Solen, erfolgt bekanntlich in der Weise, daß man die Sole in sogenannten Gradierwerken über hoch aufgeschichtete Reisigbündel herabtropfen läßt. Hierbei verdunstet ein Teil des Solenwassers, es scheiden sich Fremdkörper aus, so daß die Sole nach dem Passieren des Gradierwerkes reiner ist und eine höhere Konzentration besitzt. Diese konzentrierte Sole wird dann in Eindampfpfannen so lange erhitzt, bis alles Wasser verflüchtigt ist, und nur das Salz in der Pfanne zurückbleibt. Auf den ersten Blick erscheint dieses als ein grobkörniges Pulver. Bei näherem Zusehen aber ist zu erkennen, daß es aus kleinen Kristallen von annähernd gleicher Größe besteht. Diese Form kommt aber, wie aus der Schilderung des Vorganges ersichtlich ist, nicht durch irgendwelche Einwirkungen des Apparates zustande, sondern durch die Natur des Arbeitsgegenstandes. Doch kann die Arbeit am Apparat, wenn nicht die Form, so doch die Größe der einzelnen Kristalle beeinflussen. Je langsamer nämlich das Abdampfen geschieht, um so größere Kristalle erhält

man (Feinsalz, Mittelsalz, Grobsalz). Auch hier handelt es sich also keineswegs um eine aktive Einwirkung des Apparates auf den Arbeitsgegenstand, sondern nur um eine Ausnutzung der Eigenschaften des Arbeitsgegenstandes.

Nun gibt es allerdings doch eine besondere Spielart des Apparates, deren Endwirkung tatsächlich auf eine Formung des Arbeitsgegenstandes hinausläuft, nämlich die „Formen", wie sie z. B. in der Eisen- und Bronzegießerei, der galvanoplastischen Industrie, der Gips- und Zementfigureninduestie zur Anwendung kommen. Dieser Ausnahmefall, der ja an sich ohne tiefere Bedeutung für unsere Ausführungen ist, sei nur der Vollständigkeit halber erwähnt[1].

Das zeigt sich auch in den andern Fällen, in denen das Produkt des Apparates geformt ist. Besonders sind da die Brennöfen für Ziegel, feuerfeste Steine für Tonwaren, Porzellan usw. zu erwähnen. Das Produkt, welches aus ihnen hervorgeht, ist ja stets geformt. Allein diese Form liegt hier nicht begründet in der Zwecksetzung des Apparates, da ja der Arbeitsgegenstand seine Form schon hat, ehe er in den Ofen eintritt. Der letzte dient nur einer Änderung des Aggregatzustandes des im Arbeitsgegenstande befindlichen Wassers und der chemischen Umwandlung der Substanz. An ungeformten Körpern aus gleichem Stoffe würde er dieselbe Änderung voll-

[1] Der Prozeß, der sich an den Formen abspielt, verläuft, wenn wir von der galvanoplastischen Industrie absehen, folgendermaßen: Im flüssigen Zustande wird der Arbeitsgegenstand in sie hineingeleitet. Da jede Flüssigkeit die Form des Gefäßes annimmt, in welchem sie sich befindet, so dringt der Arbeitsgegenstand in alle Winkel und Fugen des Arbeitsmittels, der Form, ein. Indem er nun im Innern der Form infolge gewisser physikalischer oder chemischer Prozesse erstarrt, behält er die einmal angenommene Gestalt bei. Auch in diesem Falle bleibt also die Form rein passiv, die Formung des Arbeitsgegegenstandes erfolgt nicht durch ihr aktives Wirken, sondern vermöge der dem flüssigen Arbeitsgegenstande immanenten Fähigkeit des Erstarrens. Der Formungsprozeß ist also nur möglich durch den Charakter des Arbeitsgegenstandes. Hier liegt meines Wissens die einzige Ausnahme von dem oben aufgestellten Satze vor, daß die Form des Apparatproduktes nicht durch die Zwecksetzung des Apparates, sondern durch die Natur des Arbeitsgegenstandes bedingt sei. Sonst gilt er allgemein.

ziehen. Auch vom Kühlofen der Glasmanufaktur gilt das. Sein Produkt ist ebenfalls geformt, allein im Apparat vollzieht sich nur eine molekulare Umlagerung, im Innern des Arbeitsgegenstandes, die die Spannungsverhältnisse der Oberfläche ausgleichen soll. In der Zwecksetzung des Apparates selbst liegt also auch hier keine Formänderung am Arbeitsgegenstande begründet, so daß es für die Wirkung des Apparates ganz gleichgültig ist, ob der Arbeitsgegenstand geformt oder ungeformt erscheint.

Es ist aber noch eine andere, sicherlich ebenso bedeutungsvolle Eigenschaft der Apparate hier festzuhalten. Der Zahl nach werden an der Maschine selten mehr als zwei Produkte, ein Haupt- und ein Nebenprodukt erzeugt, so z. B. bei der Weinpresse der Most und die Treber, in der Sägemühle Bretter und Sägemehl, an der Fräsmaschine Zahnrad und Eisenspäne. Bei anderen Maschinen wird nur ein einziges Produkt erzeugt, wie z. B. am Webstuhl, der Rotationsdruckmaschine, der Münzprägemaschine, der Betonmischmaschine. Kurzum — und darauf kommt es hier an —, die Zahl der an einer Maschine gleichzeitig erzeugten Produkte ist sehr beschränkt und nur selten höher als zwei.

Nun haben wir auch eine Reihe von Apparaten, die nur der Herstellung eines einzigen Produktes dienen, z. B. die in der Eisenindustrie verwandten Winderhitzer, in denen der Gebläsewind für Hochöfen, Konverter usw. vorgewärmt wird, ferner aber auch die Brennöfen, die Kühlöfen der Glasindustrie, die Trockenöfen, wie sie in der Seifenindustrie verwandt werden usw. Viele Apparate dagegen erzeugen durch eine einzige Wirkungsperiode gleichzeitig eine ganze Reihe von Produkten, und nirgendwo beanspruchen die Nebenprodukte eine größere technische und wirtschaftliche Bedeutung als gerade beim Apparatwesen.

Ein sehr schönes Beispiel dafür bildet die Gewinnung unseres Leuchtgases. Durch die trockene Destillation der Kohle erhält man nämlich neben dem Leuchtgas noch den Koks, der in der Retorte zurückbleibt, sowie zwei Flüssigkeiten, Ammoniakwasser und Teer. Ganz ähnlich ist der Vorgang bei der Holzessig-

bereitung, die durch trockene Holzdestillation[1] vorgenommen wird. Hierbei gewinnt man dieselben Gase wie bei der Steinkohlendestillation, außerdem noch Holzteer und rohen Holzessig; in der Retorte bleibt Holzkohle zurück.

Das Rohpetroleum wird sogar bei seiner fraktionierten Destillation in sechs verschiedene Körper zerlegt: Petroleumäther, Benzin, Ligroin, Putzöl, Brennpetroleum, Vulkanöl. Während das letzte in der Retorte zurückbleibt, destillieren die andern nacheinander mit der Erhöhung der Temperatur hinüber, so daß nur die Vorlage gewechselt werden muß, zwecks Trennung der einzelnen Produkte[2].

Diese Beispiele dürften genügen, um darzutun, daß sich hinsichtlich der Zahl der am Apparate gleichzeitig während einer Benutzungsperiode erzeugbaren Produkte eine feste Regel nicht aufstellen läßt. Auch verschwindet mitunter der Gegensatz zwischen Haupt- und Nebenprodukt, wie z. B. beim Hargreaveprozeß[3]. Dieser beruht auf folgendem Vorgang: In einem kastenförmigen Apparat wird Schwefeldioxyd, Luft und Wasserdampf über erhitztes Chlornatrium geleitet, wobei sich Sulfat und Chlorwasserstoff bildet. Dieser wird meist einer Chlorkalkanlage zugeführt, jenes entweder kalziniert oder nach dem Leblancprozeß auf Soda verarbeitet. Es entstehen demnach bei dem Verfahren nach Hargreave zwei Produkte von gleichem Wert; der Gegensatz zwischen Haupt- und Nebenprodukt wird also hier nicht fühlbar. Wo aber dieser Gegensatz bestehen bleibt, da kann mitunter das Auftreten von Nebenprodukten höchst unerwünscht sein, insofern, als diese sehr geringwertig oder gar vollkommen wertlos sind, aber dennoch aus irgend welchen Gründen nicht ohne weiteres von dem sie erzeugenden Betriebe nach außen entfernt werden können. Das gilt sowohl von gewissen festen wie auch von flüssigen und gasförmigen Nebenprodukten. Es sei nur erinnert an die lästigen Aschenmengen, die jährlich die Halden der Hütten, an die lästigen Mengen von

---

[1] Thenius Das Holz und seine Destillationsprodukte, 1895.

[2] Ragosin, Die rationelle Destillation und Verarbeitung von Erdölen usw., 1899.

[3] Lunge l. c.

schwefelsaurem Kalk, die alljährlich die Halden der chemischen Fabriken immer höher und breiter machen. Es sei erinnert an die ehemals durch Hüttengase herbeigeführte Waldverwüstung, die zum gesetzlichen Zwang führte, die Hüttengase nicht nach außen dringen zu lassen; es sei erinnert an die Klagen der Fischereiberechtigten über Vernichtung des Fischbestandes der Gewässer durch die Abwässer gewisser industrieller Werke.

Nach allem kommen wir zu dem Schluß: Die Produkte der Produktionsmaschinen sind an Zahl gering und von bestimmter Form. Die Produkte der Apparate können sehr zahlreich sein; durch die Natur des Arbeitsmittels ist bei ihnen der Aggregatzustand oder die chemische Konstitution bedingt.

Daraus folgt aber noch ein anderer Satz: Wenn nämlich in der Formung das charakteristische Moment der Produktionsmaschinen liegt, so muß (abgesehen von einigen Pressen) ihr Hauptprodukt als fester Körper erscheinen.

Für den Apparat ergibt sich aus dem Leitsatze etwas anderes: Sein Produkt kann sowohl fest als auch flüssig oder gasförmig sein. Da er entweder einer Änderung des Aggregatzustandes oder einer Änderung der chemischen Konstitution dient, so läßt sich über den Aggregatzustand des Apparatprodukts nichts Allgemeingültiges aussagen.

Der Gegensatz zwischen Maschine und Apparat hinsichtlich der Gestaltung ihres Produktes ist also der, das Produkt der Maschine ist stets ein fester Körper, das des Apparates nach Form und Aggregatzustand unbestimmt.

g) Lagerung und Transport der Apparatprodukte.

Insofern nun die Produkte des Apparates flüssig oder gasförmig sind, verlangen sie bei Aufbewahrung und Transport besondere technische Vorrichtungen. Auch das Vorhandensein von geringwertigen oder wertlosen Nebenprodukten in großer Menge ist eine Eigentümlichkeit der Apparate, welche ihre tiefgreifenden technischen und wirtschaftlichen Folgen hat. Wir wenden uns daher jetzt den Notwendigkeiten zu, die sich aus diesen Besonderheiten für die Technik ergeben.

Zunächst sei die Aufbewahrungstechnik industrieller fester

Erzeugnisse ganz allgemein betrachtet. Hierbei ist allein die Raumfrage zu lösen. Werden z. B. in einem Betriebe sehr umfangreiche Produkte erzeugt, z. B. große Maschinen, so muß, wenn auf Lager gearbeitet werden soll, für einen hinlänglich großen Raum zur Aufbewahrung der Produkte Vorsorge getroffen werden. Wo der Charakter der Produkte eine Lagerung im Freien gestattet, verliert die Raumfrage erheblich an Bedeutung. Sobald aber die Empfindlichkeit des Erzeugnisses einen Schutz gegen Witterungs- und Temperatureinflüsse nötig macht, werden besondere Gebäude erforderlich, deren Größe im Verhältnis steht zur Zahl und den Ausmaßen der durchschnittlich aufzubewahrenden Produkte. Je weniger umfangreich demgemäß diese Produkte sind, um so geringer wird der beanspruchte Raum sein.

Bei einem großen Teil der Industrien genügt also zur Lagerung der Erzeugnisse ein dafür geeigneter Platz: Bretter, Ziegelsteine, Halbzeug, können, ohne Schaden zu nehmen, unter freiem Himmel lagern. Die meisten festen Produkte aber verlangen einen Schutz vor den Einflüssen der Witterung. Dieses Schutzbedürfnis unterscheidet sich aber bei den einzelnen Produkte sehr stark: vernickelte chirurgische Instrumente bedürfen einer bedeutend sorgfältigeren Lagerung und Wartung als polierte Möbel, diese wieder sind bedeutend empfindlicher, als die Produkte einer Juteweberei. So große Unterschiede nun auch die festen Produkte in dieser Hinsicht aufweisen — eins ist ihnen doch gemeinsam: besondere technische Vorrichtungen verlangt im allgemeinen ihre Aufbewahrung nicht. Es genügen Gebäulichkeiten, zu denen in besonderen Fällen Schränke, Käften und dergleichen hinzutreten müssen. Damit sind aber auch die sich aus der Lagerung fester Produkte gemeinhin ergebenden technischen Notwendigkeiten erschöpft.

Sobald aber das Produkt einen flüssigen oder gasförmigen Aggregatzustand aufweist, ergeben sich grundandere Erfordernisse. Die Aufbewahrung solcher Erzeugnisse erfordert nämlich nicht nur Gebäude, sondern auch noch sonstige besondere technische Vorrichtungen. Diese müssen — das ist sehr wichtig! — so viel Raum haben, daß sie zur Aufnahme jeder, irgendwie in

einem Betriebe erzeugbaren Menge genügen. Denn es besteht ja keine andere Möglichkeit ein gasförmiges oder flüssiges Produkt aufzubewahren, wenn die zu seiner Aufnahme bestimmten Behältnisse gefüllt sind. Die Produkte müßten in solchen Fällen, wenn nicht der Betrieb still gelegt wird, einfach verloren gehen, ja mitunter ist die Betriebseinstellung sogar unerläßlich, weil außer dem unmittelbar durch Verlust der Produkte entstehenden Nachteil noch ein größerer in Gestalt der Ersatzpflicht gegenüber solchen droht, die durch die nicht aufzubewahrenden Stoffe, die dem Betrieb entströmen, geschädigt werden.

Betrachten wir zunächst die Aufbewahrungstechnik der Flüssigkeiten. Je geringere Mengen hier durchweg erzeugt werden, um so leichter gestaltet sich die Lösung der Behälterfrage. Handelt es sich z. B. um Wein, Bier, Branntwein, Essig und dergleichen, so genügen kleinere Behälter wie Fässer, Krüge, Tonnen, und die Vorsorge braucht in solchen Fällen nicht allzuweit getrieben zu werden, da ja derartige Behältnisse unter gewöhnlichen Umständen leicht zu beschaffen sind. Bei aller Selbstverständlichkeit dieses Hinweises ist doch die Unterstreichung der Tatsache wichtig genug, daß wir derartig charakteristische und auch kostspielige Vorrichtungen bei den feste Körper produzierenden Arbeitsmitteln nicht vorfinden, sondern daß sie ein besonderes Merkmal der Apparaterzeugnisse sind, übrigens kann auch ein Mangel an solchen kleinen Behältnissen sehr unangenehm von den beteiligten Kreisen empfunden werden. Es ist ja bekannt, daß mitunter in den Weingegenden, wenn die Ernte über Erwarten reichlich ist, die volle Ausnutzung der Trauben aus Mangel an Behältern unmöglich wird, so daß ein großer Teil verdirbt.

Noch deutlicher tritt uns die hohe Bedeutung der Behälterfrage vor Augen, wenn wir die Modifikationen betrachten, die diese Behälter dort erfahren, wo fortwährend ungeheure Flüssigkeitsmengen produziert werden. So vor allem in gewissen Zweigen der chemischen Großindustrie, in den Gasanstalten, in Petroleumraffinerien usw. Hier reichen die kleineren Behälter nicht mehr aus, und man hat deswegen die sogenannten Tanks

konstruiert, die mit möglichst geringer Oberfläche ein möglichst hohes Fassungsvermögen verbinden. Mitunter finden wir als Begleiterscheinung gewisser Apparate sogar ganze Gebäude von wasserturmartigem Aussehen, die einzig und allein der Aufnahme einer Flüssigkeit dienen, und nicht selten mit besonderen technischen Vorrichtungen zur Einfüllung und Entleerung der Flüssigkeit versehen sind.

Es braucht kaum gesagt zu werden, daß auch die Substanz der Behälter den chemischen Eigenschaften des Produkts Rechnung tragen muß. Die Behälter müssen nämlich selbstverständlich stets aus einer Substanz bestehen, die von dem aufzubewahrenden Stoffe nicht angegriffen wird. So finden wir denn, daß hierfür etwa dieselben Gesichtspunkte in Betracht kommen, wie wir sie oben für die Apparatsubstanz selbst kennen gelernt haben. Erste technische Notwendigkeit ist die vollkommene Neutralität der Apparatsubstanz gegenüber dem aufzubewahrenden Erzeugnis. Je nach den Umständen können die Behälter also aus den verschiedenartigsten Stoffen bestehen: Eisen (Petroleum), Blei (Schwefelsäure), Holz und Aluminium (Bierbrauerei), Mauerwerk (Teer) gelangen zur Verwendung, kurzum, es herrscht die größte Mannigfaltigkeit.

Das eine dürfte jedenfalls klar aus dem Gesagten hervorgehen: die technischen Anforderungen, die die Produktion von Flüssigkeiten hinsichtlich der Aufbewahrung des Erzeugnisses stellt, sind verwickelter als die bei Erzeugung fester Körper entstehenden.

Nun sind aber die in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen erzeugten Flüssigkeitsmengen nicht selten so gewaltig, daß eine Aufbewahrung auf längere Zeit hinaus als untunlich erscheint, zumal dann, wenn der Wert solcher Erzeugnisse in einem Mißverhältnis zu den aus der Aufbewahrung erwachsenden Kosten steht. Das gilt natürlich in besonderem Maße von Nebenprodukten, die bei der Gewinnung irgendeines hochwertigen Fabrikates erzeugt werden. Ich erinnere nur an die Gasanstalten. Die sich hier bildenden Gaswässer müssen ja fortwährend beiseite geschafft werden, um die ihrer Aufnahme dienenden Behälter zu entlasten, und so die weitere Gas-

produktion zu ermöglichen. In solchen Fällen verarbeiten die Werke entweder die Flüssigkeit, so wie sie sich bildet, auf ein festes Produkt, oder sie verpflichten vertraglich ein anderes Unternehmen zur fortlaufenden Abnahme der anfallenden Erzeugnisse. Ein gutes Beispiel dafür liefern auch die „Laugen" in der Natronzellstoff-Fabrikation, die man früher nach dem Kochprozeß den Gewässern zuleitete, was zu Klagen Anlaß gab. Neuerdings soll es nun möglich geworden sein, diese bisher unbenutzt gebliebene Lauge so zu verarbeiten, daß auf eine Tonne Zellulose 500 kg reines Kohlenpulver, 100 kg Aceton und Sprit, sowie 100 kg Motoröl gewonnen werden [1].

Das sind allerdings nicht technische, sondern wirtschaftliche Folgen, deren Besprechung in den zweiten Teil dieser Untersuchung gehört. Hier ist nur hervorzuheben, daß allein der Aggregatzustand des Nebenproduktes zu Maßnahmen führt, die tief in die Betriebsorganisation eingreifen.

In noch höherem Grade gilt das von den gasförmigen Produkten; neben den eben erörterten Gesichtspunkten spielt hier noch die Flüchtigkeit der Gase eine besondere Rolle, soll ein gasförmiges Produkt aufbewahrt werden, so bedingt das die Konstruktion von ganz andersartigen Behältern, den Gasometern. Diese bestehen bekanntlich aus einer eisernen Glocke, die mit ihrem unteren, offenen Ende in einen gemauerten Wasserbehälter taucht und an Rollen auf und ab beweglich ist. Strömt Gas ins Glockeninnere ein, so hebt es, entsprechend dem Überdruck, die Glocke bis zur Ausgleichung des Druckes empor, während diese anderseits bei Gasentnahme sich wieder senkt. Es liegt auf der Hand, daß eine solche technische Vorrichtung nur zur Aufbewahrung hochwertiger Produkte verwendbar ist, während in anderen Fällen auf eine möglichst schnelle Beseitigung gasförmiger Erzeugnisse Bedacht genommen werden muß. Bei ganz wertlosen Gasen wäre es im allgemeinen selbstverständlich am wirtschaftlichsten, wenn man sie einfach in die Luft abströmen lassen und sich ihrer so entledigen könnte. Das unterliegt aber vielfach — infolge der Schädlich-

[1] Zeitschr. f. chem. Industrie. Jahrg. 1912.

keit der Gase – gesundheitlichen Bedenken, und so sind mit solch lästigen Nebenprodukten behaftete Betriebe im allgemeinen gezwungen, diese Gase durch irgendeine Art der Weiterverarbeitung aus der Welt zu schaffen. Vielfach geschieht das durch Verflüssigung. Dadurch werden ungeheure Gasmengen in einem sehr kleinen Raum zusammengepreßt, so daß die Aufbewahrung großer Quantitäten in gußeisernen Bomben erfolgen kann, wie das ja allgemein von der Kohlensäure bekannt ist. In anderen Fällen wieder wird ein anderes Unternehmen zur ständigen Abnahme der Gase verpflichtet. Das gehört freilich in den wirtschaftlichen Teil dieser Arbeit.

Hier haben wir nunmehr noch die besonderen Anforderungen an die Transporttechnik zu behandeln, die sich aus der Erzeugung von flüssigen und gasförmigen Stoffen herleiten. Gewiß, auch feste Körper bedürfen nicht selten einer Verpackung, eines Schutzes gegen äußere Einflüsse. Nur in wenigen Fällen handelt es sich dabei um technisch besonders ausgestaltete und vor allen Dingen so kostspielige Mittel wie bei denen, die zum Transport flüssiger und gasförmiger Erzeugnisse nötig sind.

Die Technik des Transports fester Körper ist einfach. Wenn wir unsere Betrachtungen auf die gewöhnlichsten Transportarten, also auf Dampfschiffahrt und Eisenbahnen, beschränken, so sehen wir, daß die festen Körper in diesen Transportmitteln fast alle ohne besondere Vorrichtungen verfrachtet werden können. Handelt es sich um den Transport von Rohmaterialien, wie Erzen, Kohlen, Brettern, Steinen und dergleichen, so können diese ohne jede besondere Verpackung versandt werden. Hochwertige fertige Erzeugnisse dagegen, wie Nägel, kaustische Soda, Schreibmaschinen, Klaviere usw. bedürfen einer Umhüllung, die je nach dem Wert und der Empfindlichkeit des zu versendenden Gegenstandes mit mehr oder weniger Sorgfalt bewerkstelligt werden muß.

Während also beim Transport fester Körper die Notwendigkeit einer besonderen Umhüllung bald wegfällt, bald wieder unabweisbar ist, ist eine Verfrachtung flüssiger und gasförmiger Körper ohne besonders konstruierte Umhüllung selbstverständlich ganz undenkbar. Für diese besonderen Transportmittel gelten

wieder dieselben Gesichtspunkte physikalischer und chemischer Natur, die wir oben für die Behälter erörtert haben. Geringere Flüssigkeitsmengen werden meist in den auch zu ihrer Aufbewahrung dienenden Behältnissen verschickt; man denke nur an die Fässer zur Versendung von Branntwein, Bier, Essig, Wein usw., an die eisernen Bomben, in denen flüssige Gase verschickt zu werden pflegen, an die großen gebauchten Flaschen in strohgefüllten Körben, die zur Verschickung der Säuren dienen usw. Sobald es sich dagegen um größere Mengen handelt, ist die Verwendung der Lagerbehälter im allgemeinen nicht mehr möglich, da diese ja, wie oben gezeigt wurde, mitunter sogar zu den Immobilien der Betriebe gerechnet werden müssen. Alsdann erfordert der Transport solcher Flüssigkeiten und Gase die Konstruktion von besonderen, nur ihrer Verfrachtung dienenden Spezialwagen oder Schiffen. Bei Betrachtung eines Güterzuges fallen die ersten sofort in die Augen.

Vor allen Dingen wird die Notwendigkeit der Verwendung solcher Spezialwagen bedingt durch wirtschaftliche Momente, von denen im zweiten Teil zu reden ist. Hier sei nur hervorgehoben, daß sie im allgemeinen nicht seitens der Eisenbahnen gestellt werden, sondern zur technischen Betriebseinrichtung der betreffenden Unternehmungen gehören. Ihr Vorteil liegt einmal in der Arbeitsersparnis, die dadurch herbeigeführt wird, daß an Arbeit für Abfüllung und Entleerung — im Vergleich mit dem Versand in Fässern oder Flaschen — erheblich gespart, dann aber auch die Sicherheit des Transportes bedeutend erhöht wird. Anderseits setzen diese Wagen sowohl beim Absender wie beim Abnehmer bestimmte technische Betriebseinrichtungen voraus, so vor allem den Geleisanschluß an das Eisenbahnnetz.

Aus dem Gesagten dürfte klar hervorgehen, daß Aufbewahrung und Transport der Produkte in den mit Apparaten arbeitenden Betrieben (soweit sie Flüssigkeiten oder Gase erzeugen) einen erheblich höheren technischen Aufwand erfordern als in maschinellen Betrieben. Auch diese Besonderheit des Apparatwesens liegt also wieder im Charakter des Arbeitsmittels begründet und kann nur bei Berücksichtignng seines Wesens in ihrer Ursächlichkeit erkannt werden.

Zusammenfassung.

Damit sind wir am Ende unserer Ausführungen über die technischen Eigentümlichkeiten des Apparatwesens. Der größeren Klarheit wegen möchte ich aber dem Leser den bisher entwickelten Gedankengang nochmals in aller Kürze vor Augen stellen:

1. Die Arbeitsmittel zerfallen in drei große Kategorien: Werkzeuge, Maschinen, Apparate. Werkzeuge und Maschinen zusammen heißen mechanische Arbeitsmittel. Die Unterschiede zwischen ihnen sind in ihrer praktischen Bedeutung längst Gemeingut der Wirtschaftswissenschaft. So bleibt nur die Frage nach dem Wesen der Apparate offen. Diese werden am besten klar durch Vergleich der Besonderheiten des Apparats mit denen der Maschine.

2. Der Vergleich ergibt folgendes:

a) Die Wirkungsweise der Maschine ist von der des Apparates grundverschieden. An der ersten verhält sich während des effektiven Aktes der Arbeitsgegenstand stets passiv, am Apparat stets aktiv. Wir nannten deshalb den zweckerfüllenden Vorgang an der Maschine Exekution, am Apparat Prozeß.

b) Die Dauer des zweckerfüllenden Vorganges an der Maschine erwies sich als bedingt durch das Arbeitsmittel selbst. Am Apparat ist sie abhängig von der Art des Arbeitsgegenstandes. Im ersten Falle kann der zweckerfüllende Akt erheblich verkürzt werden durch Ausgestaltung des Arbeitsmittels, im zweiten Falle nicht, da seine Dauer naturgesetzlich verankert ist. Das Streben der Technik nach Abkürzung der einzelnen Produktionsperioden am Apparat bleibt im allgemeinen beschränkt auf die Verkürzung der „toten Zeit", während es nur in sehr wenigen Fällen gelingt, die Abkürzung der zweckerfüllenden Periode selbst (meist durch Änderung der Verfahrungsweise) zu erreichen. Infolgedessen ist der Gang der Produktionsperioden am Apparat schleppender als an der Maschine. In dem Streben der Technik nach Beschleunigung dieses Ganges liegt einer der Gründe für die vielfache technische Umgestaltung der Apparate sowie auch für ihre Mechanisierung

durch Verbindung mit maschinellen Einrichtungen, während ein anderer Grund für diese Erscheinung in dem Streben wurzelt, den zweckerfüllenden Vorgang selbst gründlicher auszugestalten.

c) Da am Apparat der Arbeitsgegenstand sich aktiv verhält, so muß je nach dem Apparatzweck der Körper des Apparats aus verschiedenen Stoffen hergestellt werden. Das Gelingen mancher Prozesse hängt aufs engste zusammen mit der Eignung der Apparatsubstanz.

d) Bei einem Vergleich der Größenverhältnisse zwischen Apparaten und Maschinen zeigt sich, daß die wichtigsten Apparate unserer neuzeitlichen Industrien Ausmaße aufweisen, die jene der größten Maschinen weit überragen.

e) Was die Art der Produkte anlangt, so erzeugt die Maschine im allgemeinen höchstens zwei voneinander verschiedene Produkte (Haupt- und Nebenprodukt). Im Apparat wird nicht selten gleichzeitig eine ganze Reihe gleichwertiger Produkte hergestellt. Von den Produkten der Maschine ist stets wenigstens eins fest. Gasförmigkeit des Produkts ist für die Maschine vollständig ausgeschlossen. Im Apparat dagegen können feste, flüssige und luftförmige Produkte erzeugt werden. Flüssigkeitsmengen und Gase erfordern bei ihrer Lagerung und ihrem Versand besondere technische Einrichtungen.

Wer nun alle die hier entwickelten technischen Unterschiede zwischen Maschinen und Apparaten würdigt, der muß meines Erachtens zu dem Schluß kommen, daß die Apparate unmöglich terminologisch mit den übrigen Arbeitsmitteln verbunden bleiben dürfen, da sie innerhalb der Gesamtheit eine durch besondere Merkmale gekennzeichnete Gruppe darstellen. In der Einleitung zu diesen Ausführungen habe ich die Berechtigung der uns hier beschäftigenden Problemstellung innerhalb der Wirtschaftswissenschaft abgeleitet von dem Nachweis genereller Verschiedenheiten zwischen Maschinen und Apparaten. Ich glaube, daß dieser Nachweis erbracht ist und ein Eingehen auf die wirtschaftlichen Unterschiede rechtfertigt.

Zweiter Teil.

Die wirtschaftlichen Besonderheiten des Apparatwesens.

Vorbemerkung.

Wenn hier der Versuch unternommen wird, die Wirkungen des Apparatwesens auf die Volkswirtschaft und die sozialen Verhältnisse zu schildern, so sei keineswegs Anspruch auf eine erschöpfende Behandlung erhoben. Vor allem kommt es hier auf eine Hervorhebung der wesentlichen Besonderheiten der mit Apparaten arbeitenden Betriebe und Unternehmungen an. Nur die markantesten Züge des Objekts sollen hier gezeichnet werden; in ähnlicher Weise wie auch eine allgemeine Würdigung der volkswirtschaftlichen und sozialen Wirkungen des Maschinenwesens nur seine deutlich hervortretenden Folgeerscheinungen beschreiben kann und sich nicht in der Erörterung einzelner Ausnahmefälle verlieren darf.

Ganz wie beim Maschinenwesen verzweigen sich auch die für uns in Betracht kommenden Folgen des Apparatwesens nach drei verschiedenen Richtungen. Sie lassen sich nämlich auf allgemein-volkswirtschaftlichem, sozialem, und privatwirtschaftlichem Gebiete nachweisen, womit die Gliederung der hier folgenden Untersuchung von selbst gegeben ist.

Ehe ich aber an die Probleme selbst herantrete, möchte ich mich in aller Kürze über die Bewertung der zu Tage geförderten Ergebnisse aussprechen.

Es kann sich an dieser Stelle nicht darum handeln, allgemein giltige, undurchbrechliche Sätze aufzustellen. Bei dem kom-

plexen Charakter aller volkswirtschaftlichen Erscheinungen wäre das ein sehr gewagter Versuch. Aufgabe dieser Schrift ist es, durch Beobachtung die vom Apparatwesen ausgehenden besonderen Beeinflussungen des Einzelnen, der Privatwirtschaft, der Volkswirtschaft nachzuweisen. Daß diese nicht überall notwendig zur Erscheinung kommen müssen, kann dabei ruhig zugestanden werden. Finden sich doch die uns bekannten allgemeinen Wirkungen des Maschinenwesens ebenfalls durchaus nicht in jedem Falle vor.

Hinsichtlich der Ergebnisse selbst ist folgendes zu beachten: Wie bei vielen Beobachtungen der Wirtschaftswissenschaft ist auch für die Berechtigung der über die besonderen Wirkungen des Apparatwesens aufgestellten Behauptungen ein zwingender Beweis nicht beizubringen. Es kann nur ähnlich wie für das Maschinenwesen die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit unserer Ergebnisse dargetan werden.

Welche Mittel stehen uns nun hierbei zur Verfügung? In erster Linie selbstverständlich die Erkenntnisse der Praxis, vor allem insoweit, als das von ihr gestellte Material schon einer literarischen Würdigung unterzogen wurde. Allein, wenn wir als Beleg für die Berechtigung unserer Behauptungen nur Beispiele aus dem industriellen Leben anführen wollten, so würde der Umfang dieser Schrift ins Ungeheure gesteigert werden, und dabei immer noch der beweistechnische Nachteil bestehen bleiben, daß sich kasuistisch die Allgemeingiltigkeit eines Satzes nicht dartun läßt.

Freilich sind wir nicht überall in der Lage andere Belege für die Berechtigung unserer Behauptungen beizubringen, als einige Fälle aus der Praxis, so insbesondere in dem Kapitel von der Beeinflussung der privaten Wirtschaft. Überall da aber, wo es sich um Wirkungen des Apparatwesens handelt, die in Massenerscheinungen zum Ausdruck kommen, vermag die Statistik unseren Behauptungen eine sehr wertvolle Stütze zu bieten. Beweisende Kraft ist ihren Daten allerdings nicht beizumessen, da selbstverständlich irgendeine statistische Tatsache nicht notwendig ihren Grund in der von uns angenommenen Ursache haben muß. Es ist aber doch für die

Darlegung der Wahrscheinlichkeit unserer Ergebnisse von hohem Wert, wenn durch die Statistik bewiesen werden kann, daß die Tatsachen mit den Ergebnissen unserer Untersuchungen nicht in Widerspruch stehen.

Allein auch dieser Beweis ist nur cum grano salis zu erbringen, denn er setzt voraus, daß nun auch alle diejenigen Fälle, in denen eine Wirkung des Apparatwesens auf die Massenerscheinungen angenommen werden muß, von der Statistik erfaßt sind. Wenn wir z. B. zeigen wollen, daß die Statistik mit unseren Sätzen über die Beeinflussung der Arbeiterverhältnisse durch den Apparat nicht in Widerspruch steht, so könnte das nur geschehen, wenn wir eine besondere Arbeiterstatistik hätten, in der auch die Verwendung der Arbeiter an den einzelnen Arbeitsmitteln ersichtlich gemacht wäre.

Für unsere Untersuchungen steht uns aber nur die Reichsstatistik, insbesondere die Betriebszählung zu Gebote. Nun wurde schon in der Einleitung auf den Mischcharakter der meisten Betriebe hingewiesen. Was wir also über die innere und äußere Gestaltung solcher Betriebe aus der Statistik erfahren, ist für unsere Zwecke nicht anwendbar. Es bleiben demnach nur jene Betriebe übrig, von denen feststeht, daß sie ausschließlich oder doch vorwiegend mit Apparaten arbeiten. Mit Hilfe der über sie ermittelten Daten können wir dann allerdings die Berechtigung unserer Behauptungen über die Beeinflussung der inneren und äußeren Ausgestaltung der mit Apparaten überhaupt arbeitenden Betriebe kontrollieren. Zur Hervorhebung des besonderen Charakters der Apparatbetriebe sind dann die statistischen Daten über eine Reihe von reinen Maschinenbetrieben, wo es nötig war, mit herangezogen worden.

Die allseitige Würdigung unserer Ergebnisse könnte selbstverständlich nur jeweils auf Grund einer besonderen Untersuchung vorgenommen werden. Entsprechend dem Zweck dieser Darlegung kommt es aber vor allem auf die Darstellung des Apparatwesens als besonders geartete Gruppe innerhalb der Gesamtheit der Arbeitsmittel an, und in dieser Hinsicht zeigen meines Erachtens die angeführten Zahlenreihen deutlich, daß in

den vorwiegend mit Apparaten arbeitenden Industriezweigen gewisse einheitliche Erscheinungen und Entwicklungstendenzen gegeben sind, die sie von denen der typisch maschinellen unterscheiden.

Das ist sehr wesentlich, denn es beweist, daß — selbst wenn unsere Ergebnisse nicht alle der Kritik standhalten sollten — der Hauptzweck dieser Untersuchung doch erreicht wurde; nämlich, zu zeigen, daß die mit Apparaten arbeitenden Industrien einer besonderen Beeinflussung von seiten der Arbeitsmittel unterliegen.

Drittes Kapitel.

Allgemein-volkswirtschaftliche Bedeutung des Apparatwesens.

a) Das Verhältnis des Apparatwesens zur Produktion.

An allgemeiner Bedeutung für die Volkswirtschaft dürfte das Apparatwesen nicht allzuweit hinter dem Maschinenwesen zurückstehen, stellt doch der Apparat für einen großen Teil der Industriezweige das wesentliche Arbeitsmittel dar. So vor allem, um gleich hier die Bezeichnungen unserer Reichsstatistik anzuwenden, für die chemische Industrie, für die Industrien der forstwirtschaftlichen Nebenprodukte, Leuchtstoffe, Fette, Öle, Lacke, Firnisse, dann für einen großen Teil der Nahrungs- und Genußmittelindustrien. Aber auch in manchen anderen Industriezweigen spielt dieses Arbeitsmittel eine wichtige Rolle; z. B. ist die Gewinnung der Metalle nur mit seiner Hilfe möglich. Die Aufzählung aller der Industrien, die neben anderen Arbeitsmitteln auf den Gebrauch von Apparaten angewiesen sind, würde mehrere Seiten erfordern und vielleicht dann noch nicht einmal vollständig sein.

Um aber dem Leser einen Begriff von der Bedeutung der vorwiegend mit Apparaten arbeitenden Industrien zu geben, seien hier an Hand der amtlichen Gewerbeliste einige der

wichtigsten angeführt. Dabei ist von jenen Zweigen ganz abgesehen, bei denen die Apparate nur eine nebensächliche Rolle spielen. Die wichtigsten Apparatindustrien sind also:

Die Industrien der Metallgewinnung, Kalk-, Zement-, Gipsbrennerei, Ziegelei, keramische Industrien, Industrie der Alkalien und Säuren (Schwefelsäure, Soda, Sulfat, künstliche Düngemittel, Salzsäure, Chlorkalk usw.), chemisch-pharmazeutische, photographische Präparate, Farbmaterialien, Tierkohle, Anilinfarben, Industrie der Kohlenteerderivate, der Sprengstoffe, Verarbeitung von Abfuhrstoffen, Holzkohlen, Holzteer-Rußgewinnung, Harz- und Pechgewinnung, Gasanstalten, Licht- und Seifenfabrikation, Kohlenteerschwelerei (Benzin, Benzol) Petroleumraffinerien, Herstellung von ätherischen Ölen, Riechstoffen usw., Verarbeitung von Harzen, Verfertigung von Firnissen, Lacken, Leim, Gelatine usw., Zellstoffgewinnung, Zelluloid, Lohgerberberei, Zucker- und Stärkegewinnung, Bäckerei, Brauerei, Spiritus-, Preßhefe-, Essigfabrikation.

Diese Aufzählung mag ausreichen, um die gewaltige Ausdehnung der industriellen Apparatverwendung ersichtlich zu machen. Steht so das Apparatwesen hinsichtlich seiner Bedeutung für die Produktion nicht allzuweit hinter dem Maschinenwesen zurück, so ist sein Verhältnis zu ihr doch wesentlich anders. Das wird am besten klar auf Grund einer allgemeinen Betrachtung.

Nehmen wir dabei wieder das bekannte Verhältnis zwischen Maschine und Produktion zum Ausgangspunkt. Wir wissen, von der Maschine gehen zwei verschiedene Wirkungsreihen aus: eine primäre und eine sekundäre. Die primäre Wirkung liegt in der Verminderung des gesellschaftlich notwendigen Produktionsaufwandes, die zum Ausdruck kommt im Ersatz der kostspieligen menschlichen oder tierischen Betriebskraft durch die wohlfeileren Naturkräfte:

„Was die volkswirtschaftliche Bedeutung des Maschinen-„wesens anbetrifft (sagt Lexis[1]), so ist es objektiv unzweifel-„haft ein großer Gewinn, wenn der Mensch die rein

[1] Artikel: Maschinenwesen im Handw. d. Staatsw.

„mechanische Kraftanstrengung, wie sie der Sklave am „Mühlstein oder am Ruder der Galeere zu leisten hatte, „durch die Arbeit elementarer Naturkräfte ersetzt, die im „Vergleich mit der mechanischen Leistungsfähigkeit der Zug- „tiere weit billiger und in beliebig großer Menge beschafft „werden kann."

Aber auch wo dieser Ersatz nicht eintritt, wo menschliche Antriebskraft die Maschine bewegt, ergibt sich eine Arbeitsersparnis, indem die Maschine schneller und genauer arbeitet als die menschliche Hand. Die maschinelle Produktion ist also im Vergleich mit der maschinenlosen überhaupt ergiebiger, bewirkt demnach eine relative Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Mit dieser primären Wirkung Hand in Hand geht die sekundäre. Diese beruht in der Notwendigkeit, die Maschinen selbst herzustellen, dann aber auch darin, daß mitunter erst die Maschine den Massenverbrauch ermöglicht und so die Nachfrage nach ihren Erzeugnissen steigert. Dadurch wird also das Gebiet produktiver Tätigkeit absolut erweitert.

Bekannt sind die sozialen Konsequenzen dieser beiden Wirkungsreihen. Die primäre führt eine Verminderung der relativen Arbeiterzahl und -qualität in den der maschinellen Ausgestaltung unterliegenden Betrieben herbei, die sekundäre schafft eine Reihe neuer Betriebe und damit Arbeiterbedarf. Die letzte wirkt also wie eine Art sozialen Korrektivs der ersten entgegen.

Nun, das sind alte Wahrheiten; allein sie bilden die Unterlage für das Verständnis des zwischen dem Apparatwesen und der Produktion bestehenden besonderen Verhältnisses. Drängen sie uns doch von selbst die Frage auf: Welches sind nun die primären, welches die sekundären Wirkungen des Apparatwesens? Um das Selbstverständliche vorwegzunehmen, sei hier gleich gesagt, daß die sekundären Wirkungen ohne Zweifel die gleichen sein müssen wie beim Maschinenwesen. Denn, daß neu aufkommende Apparate irgendwo hergestellt werden müssen, liegt auf der Hand. Die primären Wirkungen von Maschine und Apparat sind dagegen ganz verschieden. Das dürfte am besten klar werden, wenn wir das Verhältnis des Apparates zur

Produktion abstrakt betrachten. Ist er überhaupt ein arbeitsförderndes Mittel? Diese Frage muß gemäß unseren technischen Ausführungen verneint werden. So widerspruchsvoll diese Behauptung auch klingen mag — eine kurze Reflexion macht ihre Berechtigung deutlich! Wer eine bestimmte Menge Wasser in kochenden Zustand versetzen will, für dessen Arbeit bildet nicht allein die Natur des Wassers eine unerläßliche Voraussetzung, sondern er kann sein Ziel nur dann erreichen, wenn ihm gleichzeitig ein Herd und ein Behälter zur Verfügung stehen. Es ist ja eine kulturhistorisch bekannte Tatsache, daß die Kunst des Wasserkochens unbekannt war, ehe der Technik die Herstellung dieser Arbeitsmittel gelang. Ein Gewebe muß nicht notwendig auf dem Webstuhl hergestellt, es kann auch mit der Hand geflochten werden; ein im Grunde so einfacher Prozeß wie der des Wasserkochens setzt aber eine gewisse Apparatur voraus. Diese ist demnach hier Bedingung, nicht Förderungsmittel der Arbeit. Eine kleinere Zahl von Apparaten wirkt allerdings nur arbeitsfördernd, so z. B. die Trockenapparate. Der mit ihrer Hilfe erreichte Zweck könnte auch durch einfaches Liegenlassen des zu trocknenden Gegenstandes an der Luft herbeigeführt werden, so daß der Vorteil des Apparates nur in einer Zeitersparnis zum Ausdruck kommt; für die große Mehrzahl der Apparate gilt das aber nicht, und so kann diese Eigentümlichkeit eines kleineren Teiles unserer Arbeitsmittel hier unberücksichtigt bleiben [1].

---

[1] Die mit Hilfe von Apparaten stattfindende Produktion steht also in der Mitte zwischen der landwirtschaftlichen und der mechanischen Produktion. Denn der Apparat erscheint, wie wir sahen, als eine der Voraussetzungen der Arbeit, ebenso wie in der Landwirtschaft der Boden, die Keimfähigkeit des Samens, die Fortpflanzungsfähigkeit der Tiere, die klimatischen Verhältnisse usw. Mit der Landwirtschaft verbindet die Produktion am Apparat auch die Tatsache, daß bei beiden im Mittelpunkte ihres Prozesses der „Stoff in seiner Beziehung zur Umgebung" steht. Wie bei der Bestellung eines Weizenfeldes Gelingen oder Mißlingen der Arbeit abhängig ist von der Art und Güte des ausgesäten Samens, vom Reichtum des Bodens an Pflanzennährstoffen, von der Sonnenscheindauer, der Regenmenge, vom Wind usw., so bedingen auch am Apparat die äußeren Verhältnisse, unter die der Arbeitsgegenstand gebracht wird, den Erfolg der Arbeit. Beispielsweise ist in der Leim-

Das Verhältnis von Maschine und Apparat zur Produktion drückt sich also in folgender Antithese aus: die Maschine wirkt arbeitfördernd, der Apparat arbeitermöglichend. Während also der Nutzen des Maschinenwesens in einer Ersparnis an Arbeit zum Ausdruck kommt, geht es nicht an, dem Apparate die gleiche Eigenschaft zuzusprechen. Er ermöglicht ja die Produktion erst auf Gebieten, die vordem der Werte erzeugenden Arbeit ganz verschlossen gewesen waren. Wenn es z. B. in unseren Tagen der Apparattechnik gelang, mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens den Stickstoff der Luft auf Salpeter zu verarbeiten, so ist mit dieser Erfindung der produktiven Arbeit ein Feld erschlossen, dessen Bebauung vordem überhaupt unmöglich war. Das gleiche ist der Fall, wenn die Apparattechnik heute auf synthetischem Wege, sagen wir Himbeeraroma, Indigo zu erzeugen vermag, Stoffe, die früher allein durch Pflanzenverarbeitung gewonnen werden konnten. Man sieht, der Apparat wirkt nicht auf eine Ersparnis an menschlicher Arbeitskraft hin, sondern, da er durch Erschließung von Neuland die Produktivität absolut erhöht, vermehrt er den Bedarf an Arbeitskraft.

Das Verhältnis zwischen Maschine und Apparat einerseits und der Produktion anderseits drückt sich mithin aus in dem Gegensatz: die Maschine bewirkt primär eine relative Erhöhung der Produktivität, der Apparat eine absolute.

Diese Ausführungen über das allgemeine Verhältnis des Apparates zur Produktion scheinen rein akademischer Natur zu sein, allein sie geben uns doch die Möglichkeit, die wichtigsten primären Folgeerscheinungen des Apparatwesens auf sozialem Gebiete klar zu erfassen. Vor allem gilt das von der Entwicklung des industriellen Arbeiterbedarfs.

---

gewinnung Menge und Güte des gewonnenen Leims abhängig von der Art des Leimgutes, ob Lederabfälle, Knochen, Hammelfüße u. dgl., von der Abwesenheit schädigender Fremdkörper, von dem Grade der Erhaltung des Rohmaterials, von der Temperatur unter der der Prozeß vorgenommen wird usw.

Mit der rein mechanischen Produktion aber hat die Produktion am Apparat wieder das Vorhandensein bestimmter, erst durch Arbeit geschaffener Arbeitsmittel gemein, so wie die Möglichkeit, die äußeren Verhältnisse beliebig zu beeinflussen.

Bei Betrachtung der hier waltenden Verhältnisse muß — soweit mit Apparaten arbeitende Industrien in Frage kommen — unterschieden werden zwischen jenen Gewerbszweigen, die schon bei Beginn der Neuzeit bestanden und denen, die erst mit ihr aufkommen. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen sollen später eingehend erörtert werden. Hier sei nur auf ihr Verhältnis zum Arbeitsmarkt hingewiesen: Die neu aufkommenden Apparatindustrien schufen natürlich eine starke Nachfrage nach Arbeitern; das Apparatwesen weist also hier eine primäre Wirkung auf, welche der analogen des Maschinenwesens konträr entgegengesetzt ist. Das ist sehr beachtenswert. Da beide Wirkungen sich etwa um dieselbe Zeit bemerkbar zu machen begannen, so haben sie sich gegenseitig möglicherweise bis zu einem gewissen Grade in den industriellen Zentren aufgehoben, und so dürften die neu aufkommenden Apparatbetriebe für einen Teil jener Arbeiter, die durch das Eindringen der Maschine ins Transportgewerbe und die Industrie arbeitslos geworden waren, eine Art von Reservoir gebildet haben. Das ist um so wahrscheinlicher, als der größte Teil der hier in Frage stehenden Apparatindustrien gleich bei seinem Aufkommen großbetrieblich organisiert wurde und mithin einen gewissen Hunger nach Arbeitskräften entwickelte. Eine Untersuchung dieser Frage könnte vielleicht interessante Schlaglichter auf die Wechselbeziehungen zwischen den mechanischen und nichtmechanischen Industriezweigen werfen.

Aber weiter! Wir wissen, daß von der Maschine primär ein starker Druck auf die Qualität der Arbeit ausgeübt wurde. Sie wälzte die gesamte Produktion um, veränderte nicht nur ihre Art und ihr Wesen, sondern brachte auch eine vollkommen andersartige Verwendung des Menschen im Produktionsprozeß. Dies war wohl ihre wichtigste soziale Wirkung.

Soweit die Apparate erst von den letzten Jahrzehnten hervorgebracht wurden, vermochten sie natürlich nicht in der erwähnten Weise zu wirken. Sie fanden ja bei ihrer Entstehung keine Betriebe vor, in die sie hätten eindringen können, sondern veranlaßten zum größten Teil die Bildung gänzlich neuer Industriezweige.

Was aber die seit alters bestehenden Apparatindustrien an-

langt, so konnte in ihnen von dem Ausbau der Apparate selbstverständlich nur in seltenen Fällen eine grundstürzende Veränderung der Arbeiterverhältnisse ausgehen (das erhellt ja aus dem, was in technischen Teilen über die Wirkungsweise der Apparate gesagt wurde), sondern hier war es vornehmlich das Eindringen der Maschine in die Betriebe, das auf eine, wenn auch langsame, relative Verminderung der Arbeiterzahl hindrängte, gleichzeitig aber auch Handlangertätigkeit oft durch eine Arbeit ersetzte, die wenigstens ein geringes Maß von Übung und eine gewisse Kenntnis des Arbeitsmittels erheischte. Neben dieser mehr und mehr platzgreifenden Mechanisierung der Betriebe wirkte natürlich auch die Ausgestaltung der Apparate selbst, wie wir sie in dem Kapitel über die Periodizität kennen lernten, auf Zahl und Beschäftigungsart der Arbeiter ein. Doch erreichten die dadurch herbeigeführten Änderungen niemals die Bedeutung und Allgemeinheit der Konsequenzen des Maschinenwesens.

Die allgemein-volkswirtschaftlichen Wirkungen des Apparatwesens lassen sich demnach in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Der Apparat bewirkt eine absolute Erhöhung der Produktivität.

2. Infolgedessen gestalten die neuaufkommenden Apparate die Arbeiterverhältnisse nicht um, sondern schaffen Nachfrage nach Arbeitern, die zu Tätigkeiten verwandt werden, welche es vordem nicht gab.

3. Seit alters zur Verwendung gelangende Apparate unterliegen einer verhältnismäßig langsamen Beeinflussung durch die rationale Technik und das Maschinenwesen.

So viel über das allgemeine Verhältnis des Apparatwesens zur Produktion und dem Arbeitsmarkt.

b) Die Apparatbetriebe.

1. Allgemeines.

Wenden wir uns nun den Organisationen zu, in denen die Apparate verwandt werden, den Betrieben. Hierbei ist eine Unterscheidung von Wichtigkeit, auf die schon oben verwiesen wurde. Die mit Apparaten arbeitenden Industriezweige zer-

fallen nämlich, so wie sie sich uns heute darbieten, in zwei zurzeit bereits nicht mehr scharf voneinander geschiedene Gruppen.

Da haben wir auf der einen Seite eine Reihe von Gewerben, die — wir wollen sie die empirischen oder archaistischen nennen — seit Jahrhunderten nach einer grundsätzlich gleichen Verfahrungsweise die gleichen Stoffe herstellen. Als Beispiel für diese Gruppe seien erwähnt: die Ledergerberei, Bäckerei, Leimsiederei, Kalkbrennerei, Schnaps- und Spiritusbrennerei und Seifensiederei, Brauerei, Holzkohlengewinnung, Tonbrennerei usw.

Auf der andern Seite sehen wir die bedeutend zahlreichere Reihe der „rezenten" Apparatindustrien, wie die der chemischen Großindustrie, der Farbenfabrikation, der Anilinfarben, der chemischen Holzverwertung, der Gasindustrie, der Rübenzuckergewinnung, der künstlichen Düngemittel, Kohlenteerverwertung, der Petroleumraffinerie usw., Gewerbezweige, die bekanntlich zum weitaus größten Teil erst im Laufe des 19. Jahrhunderts ihre Entstehung und Ausbildung erfuhren.

Für das Verständnis der besonderen Wirkungen, die vom Apparatwesen ausgehen, ist diese Einteilung unerläßlich. Es sei ausdrücklich betont, daß sie nicht allein aus dem historischen Gesichtspunkt heraus gerechtfertigt wird, sondern daß die tatsächlichen und unleugbaren Unterschiede, welche zwischen beiden Gruppen bestehen, sie notwendig machen.

Man denke! Wir finden die erste Gruppe bei Beginn der neueren Entwicklung kleinbetrieblich organisiert; die dort üblichen Verfahrungsweisen sind Jahrhunderte alt und beruhen auf Empirie. Am Ende des 18. Jahrhunderts beginnt nun der rationale Geist in die Technik einzudringen, infiltriert den Boden, auf dem die empirischen Industrien erwuchsen, mit neuartigen Nährstoffen und gestaltet sie so langsam aber zielstrebig um, ändert, wenn nicht das Prinzip, so doch die Art ihrer von der Tradition geheiligten Verfahrungsweisen. Mit einem Wort, er unterwirft sie einer, wenn uach nur schrittweise platzgreifenden Reformierung.

So ist, um ein Beispiel anzuführen, bekannt, daß wir von der Geschichte der Ledergeberei bis in die neueste Zeit hinein nichts wissen, da in diesem Gewerbe allein die Empirie herrschte. Die rationale Technik übte ihren Einfluß hier sehr spät aus:

Vor etwa 50 Jahren begann man erst, die Ergebnisse der Naturwissenschaften zu verwerten und den Produktionsprozeß nach rationalen Gesichtspunkten auszugestalten. Mit dem Eindringen dieses Geistes in ihre Verfahrungsweisen nimmt dann die Lederindustrie einen Aufschwung. Grundlegend wirkte hierbei die 1858 erschienene Arbeit von Knapp; doch ist bis heute die Empirie noch nicht vollkommen von der rationalen Technik verdrängt. Die gleiche Erscheinung sehen wir in der Ziegelei. Auch dort hat heute noch die Empirie eine große Bedeutung. Bruno Heinemann[1] sagt darüber:

„In unserem Industriezweige ringen noch Empirie und „Praxis um die Vorherrschaft."

Für die andern empirischen Industrien, wie Leimindustrie, Kalkbrennerei, Brauerei, Brennerei, Bäckerei usw., gilt bekanntlich ganz das gleiche. Überall finden wir dort die moderne Technik im Kampfe mit der Empirie, überall finden wir sie emsig bemüht, die überkommenen Verfahrungsweisen umzugestalten.

Was bei solchen Prozessen immer zu geschehen pflegt, sehen wir auch hier. Einige Industrien zeigen sich dem neuen Geiste schneller zugänglich, andere werden langsamer von ihr ergriffen, andere verharren in einer Art von permanentem Paganismus.

Nun ist ja der Einfluß der Rationalisierung auf die Betriebe bekannt. Wir wissen, daß im allgemeinen der industrielle Kleinbetrieb der Rationalisierung nicht förderlich ist, und daß diese daher von selbst auf großbetriebliche Entwicklung hindrängt. Da nun innerhalb der empirischen Apparatindustrien seit Jahrhunderten die kleinbetriebliche Organisationsform vorgeherrscht hat, so stößt die Rationalisierung ihrer Technik auf kraftvolle Widerstände. Der Kampf zwischen empirischer und rationaler Technik kommt also zum Ausdruck in dem Kampf zwischen Groß- und Kleinbetrieb, bei dem der erste schrittweise an Boden gewinnt. In den meisten empirischen Industrien tobt dieser Kampf noch in unseren Tagen, nur in einem Zweige hat der Großbetrieb bereits die unumschränkte Herrschaft an sich gerissen, im Hütten-

---

[1] B. Heinemann, Die wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Ziegelindustrie. Techn.-volksw. Monographien.

prozeß. Wenn hier sein Sieg erheblich beschleunigt wurde, so muß das auf die in diesem Gewerbe herrschenden allbekannten außergewöhnlichen Umstände zurückgeführt werden. Das Hüttenwesen ist daher bei den hier folgenden Betrachtungen auszuschalten.

Sehen wir aber von diesem einen Ausnahmefall ab, so finden wir allenthalben in den empirischen Apparatindustrien auch heute noch der Zahl nach ein gewaltiges Vorwiegen der kleineren Betriebe. Aber hier ist alles in Fluß: Allenthalben sehen wir auch ein mehr oder minder schnelles Erlahmen ihrer Widerstandsfähigkeit. Je mehr die rationale Technik des Großbetriebs ausgebaut wird, um so ungünstiger gestaltet sich im Vergleich mit ihr die stagnierende Verfahrungsweise des kleineren Betriebes, um so schwächer wird ihre Lebensfähigkeit, um so rascher fallen sie der Vernichtung anheim. Kurzum, die archaistische Gruppe der Apparatindustrien steht unter dem Zeichen unaufhaltsamer Umbildung der Betriebsart, des Kampfes zwischen Groß- und Kleinbetrieb.

Auf der andern Seite sehen wir die rezenten Apparatindustrien in ihrer glänzenden Jugend. Als Töchter des naturwissenschaftlichen Forschersinns geboren in einer Zeit, die wie keine andere vorher technischen Neuschöpfungen zugänglich war, vermochten sie sich frei und ungehindert die Formen zu wählen, welche den Verhältnissen angemessen waren. Freilich, auch sie treten nicht als vollentwickelte Industrien auf die Bühne des volkswirtschaftlichen Geschehens, aber ihr Wachstum ist nicht gehemmt durch das Bleigewicht der Überlieferung. Die Empirie, deren überragende Bedeutung innerhalb der archaistischen Gruppe durch Kampf herabgemindert werden muß, muß hier erst mühsam erworben werden, denn ohne Erfahrung vermag kein Gewerbe zu bestehen. Innerhalb der einen Gruppe ist die Empirie hypertrophiert, in der andern noch infantil.

Ein vollgültiger Nachweis für das Vorhandensein der hier entwickelten Unterschiede dürfte nur schwer zu erbringen sein. Als einziges Hilfsmittel im Kampfe gegen die Sprödigkeit des Stoffes steht uns die Statistik zur Seite. Diese aber teilt bekanntlich die Betriebe ausschließlich nach der Zahl der in ihnen beschäftigten Personen ein, ein Verfahren, durch welches das

Bild der tatsächlichen Verhältnisse eine erhebliche Trübung erfährt. Allein, da uns ein anderes Mittel zur zahlenmäßigen Vergleichung der in den rezenten Apparatindustrien einerseits und den empirischen anderseits bestehenden Verhältnisse nicht zur Verfügung steht, so müssen wir wohl oder übel diesen Weg beschreiten. Es sei ausdrücklich zugegeben, daß er keinerlei unbedingte Gewähr für die Richtigkeit der Beobachtung bietet. Einen gut begründeten Wahrscheinlichkeitsschluß dürfte er aber doch gestatten. Wenigstens kommt in der Statistik die Tatsache deutlich zur Erscheinung, daß wir in beiden Gruppen verschiedenen Verhältnissen gegenüberstehen. In Tab. I sind für die neun wichtigsten empirischen Apparatindustrien die Daten der Betriebszählungen von 1895 und 1907 gegenübergestellt, da ergibt sich folgendes[1]:

Tabelle I.

Industrieart	Jahr	Betriebszahl	Davon Betriebe mit 1—20 Personen	Davon Betriebe mit 20—1000 Personen	Prozentzahl der Großbetriebe
Gerberei	1895	5 039	4 703	336	7,6
	1907	4 104	3 712	392	9,5
Licht und Seife	1895	2 228	2 096	132	5,5
	1907	1 962	1 727	235	17,0
Branntwein usw.	1895	8 656	8 534	122	1,4
	1907	8 494	8 273	221	2,6
Töpferei	1895	6 351	6 174	177	2,7
	1907	3 928	3 681	247	6,2
Ziegelei usw.	1895	15 663	12 571	3092	19,8
	1907	13 641	8 867	4774	34,9
Brauerei	1895	11 859	10 939	920	7,7
	1907	9 838	8 712	121	12,9
Holzteergewinnung	1895	402	390	12	2,9
	1907	269	242	27	10,0
Lacke, Firnis	1895	879	779	100	11,3
	1907	878	710	168	19,1
Bäckerei	1895	88 151	88 101	50	0,08
	1907	113 437	113 139	298	0,26

[1] Einige hierhergehörige Industrien sind in Tabelle I und II nicht erwähnt, da die Verschiedenartigkeit der Erhebungen von 1895 und 1907

Aus der Tabelle I geht deutlich hervor, daß in den statistisch erfaßten empirischen Industriezweigen eine gewisse Einheitlichkeit herrscht. Und zwar in dreifacher Hinsicht:

1. Die absolute Zahl der Betriebe hat sich überall (mit Ausnahme der Bäckerei) beträchtlich vermindert. Was die Bäckerei anlangt, so ist die Vermehrung der Betriebszahl durch das starke Bevölkerungswachstum erklärt.

2. Die weitaus größte Menge der Betriebe wird von den kleineren Betrieben mit höchstens 20 beschäftigten Personen gestellt. Die Betriebe mit mehr als 20 Personen machen nur einen verhältnismäßig niedrigen Prozentsatz sämtlicher Betriebe aus. Ihre Zahl übersteigt nur in einem Falle 20 %.

3. Es besteht eine starke Neigung zur Verminderung der kleinen und zur absoluten und relativen Vermehrung der Großbetriebe.

Wohlgemerkt! Diese Einheitlichkeit soll keineswegs aus dem historischen Gesichtspunkt heraus erklärt werden. Das zu versuchen wäre ein törichtes Beginnen, welches überdies an der Tatsache scheitern müßte, daß der Hüttenprozeß, obwohl ebenfalls empirischer Natur, derartige Verhältnisse nicht einmal mehr dem Namen nach kennt. Es handelt sich hier lediglich um die Feststellung, daß in den neun statistisch erfaßten empirischen Apparatindustrien das Vorliegen grundsätzlich gleicher Verhältnisse und einer gleichen Entwicklungsrichtung unverkennbar ist. Das dürfte auch für jene gelten, die hier nicht angeführt sind, wie z. B. für die Kalkbrennerei, die 1895 nicht für sich allein erfaßt wurde, so daß eine vergleichende Gegenüberstellung der Ergebnisse von 1895 und 1907 nicht möglich ist. Es zeigt sich aber schon aus den mitgeteilten Zahlen, daß die Statistik mit unserer Behauptung über den allgemeinen Charakter der empirischen Apparatindustrien nicht in Widerspruch steht.

Betrachten wir nun zum Vergleich die wichtigsten der

---

einen Vergleich nicht gestattet. Hierher gehört z. B. die Verfertigung von ätherischen Ölen und Parfüms. Die in Tabelle I angeführte Verfertigung von Lacken, Firnissen, Leim usw. weist einen sehr komplexen Charakter auf, da sie archaistische und rezente Industriezweige zusammenfaßt, z. B. die Leimsiederei mit der Asphaltsiederei.

statistisch faßbaren rezenten Apparatbetriebe, so erhalten wir, was das Verhältnis zwischen Groß- und Kleinbetrieb anlangt, ein vollständiges Gegenstück zu Tabelle I, da hier die **Großbetriebe** einen bedeutend stärkeren Prozentsatz der Zahl sämtlicher Betriebe ausmachen. Das zahlenmäßige Bild sieht so aus[1]:

Tabelle II.

Industrieart	Jahr	Betriebszahl	Davon Betriebe mit 1—20 Personen	Davon Betriebe mit 20—1000 Personen	Prozentzahl der Großbetriebe
Chemische Großindustrie	1895	458	265	193	42,1
	1907	820	506	314	38,2
Gasanstalten	1895	790	596	194	24,5
	1907	1376	1012	364	26,4
Farbmaterialien	1895	592	460	131	22,1
	1907	672	528	147	21,4
Stärke und Stärkeprodukte	1895	530	445	85	16,0
	1907	511	428	83	16,2
Rübenzucker, Fabrikat. u. Raffin.	1895	454	10	444	97,7
	1907	458	74	384	83,8
Anilinfarben	1895	25	9	16	64,0
	1907	23	8	15	65,2
Verkokunsanstalten	1895	84	15	69	82,1
	1907	119	9	110	92,4
Sprengstoffe	1895	212	138	74	34,9
	1907	252	119	133	52,7
Chemische usw. Präparate	1895	1453	1324	129	8,8
	1907	1987	1748	239	12,0
Kohlenteerderivate	1895	48	22	26	54,1
	1907	90	50	40	44,4
Künstliche Düngemittel	1895	260	142	118	45,3
	1907	395	301	94	23,7
Galvanoplastische Waren	1895	158	151	7	4,4
	1907	265	241	24	9,0
Hütte	1895	402	145	257	63,9
	1907	461	182	279	71,7

[1] Den Hüttenbetrieb, obwohl er der archaistischen Gruppe angehört, ist unter der rezenten angeführt, weil er seinen Verhältnissen nach ihr näher steht.

Ein Blick auf die Tabelle, welche Aufschluß über 12 rezente Industriezweige gibt, lehrt dreierlei:

1. Die absolute Zahl der Betriebe hat sich hier (von zwei Ausnahmen abgesehen) vermehrt.

2. Durchweg macht der Großbetrieb einen bedeutend stärkeren Prozentsatz der Summe aller Betriebe aus, als in der Tab. I. Nur in drei Fällen sinkt er unter 20 %.

3. Eine einheitliche Neigung zur Vermehrung der Personenzahl in den Betrieben besteht nicht.

Zeigt sich doch, daß in einigen Industrien die Zahl der Betriebe mit über 20 Personen sogar zugunsten der kleineren absolut und relativ erheblich abgenommen hat. Hier treten deutlich die Mängel hervor, die in einer Klassifizierung nach der Personenzahl gelegen sind. Gerade die in Frage kommenden Betriebe lassen sich nach diesem Prinzip nur rein äußerlich in Größenklassen einordnen. In einem rein maschinellen Industriebetrieb gestattet die Angabe der Arbeiterzahl wenigstens einen annähernd genauen Rückschluß auf die Betriebsgröße. In den hier angeführten Industriezweigen dagegen, in denen zahlreiche Arbeiter ausschließlich mit Handlangerarbeiten beschäftigt sind — eine Eigenart, die später zu besprechen ist —, hat unter Umständen die Vergrößerung des Betriebes eine Verminderung der Arbeiterzahl im Gefolge. So dürften also in der Zahl der Betriebe mit weniger als 20 Personen zahlreiche Großbetriebe einbegriffen sein. Die stellenweise zu beobachtende relative Vermehrung der kleineren Betriebe ist also sicherlich dadurch zu erklären, daß viele Betriebe, die früher über 20 Personen beschäftigten, durch Ausgestaltung ihrer Betriebseinrichtungen die Zahl ihrer Arbeiter vermindern konnten.

Auf die wirkliche Betriebsgröße vermag also die Tabelle nur ein sehr schwaches Licht zu werfen. Mit aller Deutlichkeit aber zeigt sie, daß ein so energischer Kampf zwischen größeren und kleineren Betrieben, wie wir ihn für die Gruppe der empirischen Industrien kennen lernten, nicht stattfindet. In dieser Hinsicht ist die stellenweise absolute und relative Vermehrung der Betriebe mit weniger als 20 Personen sehr beachtenswert. Übrigens sei noch hervorgehoben, daß die geringe Zahl der

Großbetriebe in der Fabrikation chemischer, pharmazeutischer, photographischer Präparate ihre Erklärung darin findet, daß in der Gesamtzahl der Betriebe neben den chemischen Laboratorien (z. B. von Handels- und Nahrungsmittelchemikern) auch noch eine Reihe ganz kleiner hausgewerblicher Betriebe mitgezählt sind, wie sie z. B. in der Fabrikation von Haarwasser, von Zahnpulver usw. vorkommen. Ihre große Zahl drückt selbstverständlich auf den Prozentsatz der größeren Betriebe. Was die galvanoplastische Industrie anlangt, so ist sie eine der wenigen rezenten Apparatindustrien, die sich aus offensichtlichen Gründen zum Kleinbetrieb eignet. Werkstätten dieser Art lassen sich leicht an schon bestehende Betriebe angliedern, zumal keine kostspielige Apparatur dabei vonnöten ist.

Jedenfalls geht mit aller Klarheit aus dem Vergleich beider Tabellen die Verschiedenartigkeit der Verhältnisse und der Entwicklungstendenzen in den empirischen und rezenten Apparatindustrien hervor.

Daraus erhellt meines Erachtens die sachliche Berechtigung unserer Einteilung.

Betrachten wir nun die in Tab. I aufgeführten Industriezweige näher, so sehen wir: Es handelt sich da um Gewerbe, die ehemals zum Teil landwirtschaftliche Nebengewerbe (Brauerei, Brennerei) waren, zum Teil noch heute einen ländlichen Einschlag haben. Von allen neun, ebenso wie auch von den nicht erfaßten, z. B. der Kalkbrennerei, wissen wir, daß sie noch bis über die Mitte des vorigen Jahrhunderts sporadisch über das Land verbreitet waren, d. h. daß sich fast in jedem größeren Dorfe Betriebe dieser Art vorfanden. So kommen wir zu dem Ergebnis, daß es sich bei dem Kampfe zwischen Groß- und Kleinbetrieb in der archaistischen Gruppe etwa um den gleichen Vorgang handeln dürfte, wie wir ihn auch von gewissen mechanischen landwirtschaftlichen Nebengewerben her kennen, z. B. vom Müllergewerbe und der Seilerei. Diese Erkenntnis erleichtert uns die Erfassung des volkswirtschaftlichen Charakters der Entwicklungsrichtung. Denn sie gestattet uns, den Analogieschluß zu ziehen, daß es sich auch bei der Verminderung der kleinen archaistischen Apparatbetriebe um einen Vernichtungskampf,

nicht um einen Umbildungsprozeß handelt; das Gewerbe bildet sich um, die alten Organisationsformen gehen unter.

Wir dürfen mithin auch annehmen, daß die soziale Wirkung dieses Prozesses die gleiche ist, wie innerhalb der oben erwähnten mechanischen Gewerbszweige: Konzentration der bis dahin dezentralisierten Produktion, Enteignung zahlreicher, vordem selbständiger Existenzen. Hier stehen wir wieder vor einer der kennzeichnenden Folgeerscheinungen unserer neuzeitlichen industriellen Entwicklung: Immer weitere Kreise der Bevölkerung geraten in Abhängigkeit vom Kapital, werden ihrer wirtschaftlichen Selbständigkeit beraubt. Und dieser Prozeß vollzieht sich unaufhaltsam, unerbittlich, mit der Logik einer ungeheuren Katastrophe. Ganz anderen Verhältnissen begegnen wir innerhalb der rezenten Apparatindustrien. Von ihnen gehen grundandere soziale Wirkungen aus. Vor allem muß zum Verständnis ihrer Entwicklung die Tatsache berücksichtigt werden, daß die rezenten Apparatindustrien vielfach Stoffe herstellen, die noch vor hundert Jahren gar nicht oder nur im engen Kreise einer Fachwissenschaft bekannt waren. Daraus ergibt sich, daß diese Industrien keineswegs vordem selbständige Existenzen aus ihrem Besitztum verdrängten, sondern (wenn man so will) eher die Möglichkeit zur Bildung einer neuen Gruppe von ökonomisch selbständigen Betrieben schufen. Ihre Entwicklung scheint denn auch bedeutend ruhiger vor sich zu gehen. Statt des Kampfes zwischen veralteten und modernen Betriebsformen finden wir hier eine langsame aber stetige Hinaufentwicklung, zumal im Deutschen Reiche, wo gerade die meisten rezenten Apparatindustrien in unerreichter Blüte dastehen.

Wir gelangen also gemäß unserer Ausführungen zu folgendem Ergebnis über den allgemeinen Charakter der Apparatindustrien:

1. Sie zerfallen in zwei Gruppen, empirische und rezente, die hinsichtlich ihrer Lebensform verschieden sind.

2. Diese Verschiedenheit liegt begründet in der Ontogenese beider Gruppen. Die erste verdankt ihre Entstehung der Erfahrung, die zweite der Wissenschaft, ein Gegensatz, der zurzeit noch nicht verwischt ist.

3. Diese Verschiedenartigkeit kommt zum Ausdruck in dem Verhältnis von Klein- und Großbetrieb: innerhalb der empirischen Industrien Kampf zwischen beiden Betriebsformen, innerhalb der rezenten Fehlen dieses Kampfes.

2. Wissenschaft und Apparatbetriebe.

Schon vorhin wurde auf die enge Verkettung des Apparatwesens mit der Wissenschaft hingewiesen. Jetzt soll auf diesen Zusammenhang etwas näher eingegangen werden.

Die Wissenschaft ist es, die, wie wir sahen, die empirischen Apparatindustrien einer unaufhaltsamen Umbildung unterwirft, die Wissenschaft ist es, deren gebärender Kraft die rezenten Apparatindustrien ihr Dasein überhaupt verdanken.

Vom Maschinenwesen dagegen wissen wir, daß es in seinen wesentlichen Teilen aus der Praxis heraus erwuchs. Das zeigt sich z. B. mit aller Deutlichkeit an der Textilindustrie, deren große Erfinder bekanntlich fast alle keine wissenschaftlich vorgebildeten Techniker waren. Es läßt sich aber auch heute noch mitunter diese Erscheinung beobachten, wird doch die Welt nicht selten in Erstaunen gesetzt durch die maschinelle Erfindung irgendeines nicht technisch geschulten Praktikers.

Der bemerkenswerte Gegensatz zwischen dem Maschinenwesen und dem Apparatwesen liegt also in der Tatsache, daß das letzte viel enger mit der Wissenschaft verknüpft ist. Diese Erscheinung hat ihren Grund vor allem darin, daß ein wichtiger Unterschied zwischen der Erfindung neuer Apparate und der neuer Maschinen vorhanden ist.

Bei diesen bezieht sich die Arbeit des Erfinders nur auf das Arbeitsmittel. Er reflektiert darüber, wie er einen bestimmten Zweck am besten durch eine maschinelle Vorrichtung erreichen kann. Beim Apparatwesen dagegen — beim rezenten wie beim empirischen — steht der „Stoff" im Mittelpunkt der Gedanken des Erfinders. Bei den empirischen Prozessen sucht dieser zuerst das Wesen und die Bedeutung des einzelnen Vorganges zu ermitteln, sucht die Ursachen des Geschehens aufzudecken, um aus der Kenntnis der kausalen Gesetze heraus die Verfahrungsweise zu verbessern. Das bedingt dann mitunter

die Ausgestaltung eines alten oder den Bau eines neuen Apparates; aber im allgemeinen besteht hier die wesentliche Erfindertätigkeit nicht in der Konstruktion des Apparates selbst, sondern in der präliminaren Entdeckung einer Verfahrungsweise. Mit anderen Worten: Die Maschine ist an sich Gegenstand der Erfindung, der Apparat Begleiterscheinung.

Das zeigt sich noch deutlicher innerhalb des Kreises der rezenten Apparatindustrien. Sie alle verdanken ihre Entstehung der Entdeckung irgendwelcher neuer Stoffe oder Verfahrungsweisen. Es gelingt meist der Technik schnell, die Fragen zu lösen, welche die Konstruktion der zur Vornahme der Prozesse notwendigen Apparate aufwirft. Die wesentliche Erfinderarbeit wird eben durch das Aufsuchen einer geeigneten Verfahrungsweise geleistet.

Welche Bedeutung dieser Art der Erfindertätigkeit auf dem Gebiete des Apparatwesens zukommt, das erhellt auch aus unserer Patentgesetzgebung. Darnach kann bekanntlich ein neuerfundenes Verfahren chemischer Natur die Wohltaten des Patentschutzes in der gleichen Weise genießen, wie irgendein neuerfundenes mechanisches Arbeitsmittel. Das Patentgesetz nimmt ausdrücklich von der Patentfähigkeit aus: „Erfindungen von Nahrungs-, Genuß-, und Arzneimitteln, sowie von Stoffen, die auf chemischem Wege hergestellt werden, soweit die Erfindungen nicht ein bestimmtes Verfahren zur Herstellung der Gegenstände betreffen.“

Natürlich können auch die zur Durchführung derartiger Verfahren notwendigen Arbeitsmittel patentiert werden, wenn sie den Bestimmungen des Patentgesetzes genügen.

Es sind also in vielen Fällen beim Apparatwesen nicht wie beim Maschinenwesen die Arbeitsmittel, welche geschützt werden, sondern der bei der Fabrikation eines bestimmten Stoffes anzuwendende modus procedendi.

Gewinnen wir schon aus diesen Erwägungen heraus ein klares Bild von dem innigen Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Apparatwesen, so tritt das noch besser hervor bei näherer Betrachtung der rezenten Apparatindustrien. Sie verdanken fast alle ihre Verfahrungsweise dem Kopfe eines Wissenschaftlers. Das wichtigste Erzeugnis für die moderne,

chemische Industrie, die Schwefelsäure, war zuerst nur in den chemischen Laboratorien bekannt und wurde erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts durch den Apotheker Dr. Roebuk hergestellt, der dabei ein Verfahren anwandte, das noch bis heute die Grundlage des Bleikammerprozesses geblieben ist[1].

Auch die wichtigste Ergänzung des Bleikammerverfahrens, den Gay-Lussac-Turm, welcher der Denitrierung der Säure dient, verdankt diese Industrie, wie der Name besagt, dem berühmten Physiker und Chemiker. Das gleiche gilt von der Gasindustrie[2]. Hier war es der österreichische Hofrat Winsor aus Znaim, der unermüdlich mitunter marktschreierisch für sein Verfahren zur Leuchtgasgewinnung Stimmung machte. Auch im Anfang der Rübenzuckerindustrie steht ein Wissenschaftler, der Chemiker Marggraf, der zuerst das Vorhandensein krystallinischen Zuckers in den Rüben entdeckte und ein Verfahren zu einer Gewinnung ausarbeitete, das später von Achard wieder aufgenommen wurde[3]. Am Anfang der Sodaindustrie steht der französische Chemiker Leblanc, der den nach ihm benannten Prozeß ausarbeitete. Die Erfindung des Portlandzements durch den Ingenieur John Smeaton gegen Ende des 18. Jahrhunderts und die Gewinnung des Romanzementes durch J. Aspdin, Ende der zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts, ist bekanntlich die Grundlage der modernen Zementindustrie[4]. Auch die Eisenindustrie erhielt ihre moderne Gestaltung erst durch Männer der Wissenschaft wie Gilchrist, Thomas, Bessemer und andere[5]. Aber auch die Verfahren zur Gewinnung künstlichen Salpeters, des Zellstoffs, des Zelluloids, der künstlichen Düngemittel, der Farbstoffe usw., sie alle beruhen nicht auf erfahrungsmäßig erworbenen Kenntnissen, sondern auf wissenschaftlich rationaler Grundlage.

Bezeichnend hierfür sind die Ausführungen Schäfers[6] über die Bedeutung der Wissenschaft in der Zelluloidfabrikation:

---

[1] Drösser l. c. [2] Schilling l. c. [3] Claaßen l. c.

[4] Heusinger v. Waldegg: Kaltbrennerei und Zementfabrikation. Leipzig 1903. [5] Dürre l. c.

[6] Schäfer, Die volkwirtschaftliche Bedeutung der technischen Entwicklung der Papierfabrikation. Techn.-volksw. Monographien.

„Die Chemie mußte in ihrer Entwicklung soweit fort„geschritten sein, daß sie mit ihren Ergebnissen dem Techniker „hilfreich zur Seite treten konnte. Wir sehen denn auch „verhältnismäßig wenig in der Praxis stehende aus„schließliche Fachmänner der Papierfabrikation als „Erfinder bzw. Ausarbeitende der verschiedenen „Systeme zur Herstellung von Zellulose, sondern meist „wissenschaftlich gebildete Chemiker, welche der „Lösung des Problems näher traten. Beim „Holzschliff" „(maschinell! d. Verf.) gebar die Praxis erst das Wissen; „Die Zellulosefabrikation dagegen erstand aus „der Wissenschaft, welche zur Basis der neuen Industrie „werden mußte."

Daß dieser enge Zusammenhang auch in der Gestaltung der Betriebe hierhergehöriger Industrien seinen Ausdruck finden mußte, liegt zu Tage: Ein neu entstehender Industriezweig, dessen Verfahrungsweisen auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhen, wird sich von vornherein in viel höherem Maße den wissenschaftlich als notwendig erkannten Erfordernissen anpassen, als ein seit alters schon bestehender, der bei jeder Fortentwicklung zuerst die Beharrungstendenz niederkämpfen muß.

So finden wir denn, daß überall innerhalb der Betriebe rezenter Apparatindustrien von vornherein die Wissenschaft im Mittelpunkte des Produktionsprozesses steht. Bei den empirischen Industrien muß sie sich ihre zentrale Stellung erst schrittweise erobern, bei den rezenten hat sie sie von Natur aus inne. Das ist ein beachtenswerter Gegensatz, der sich bis in die Lebensbetätigung der einzelnen Betriebe hinein verfolgen läßt. Seine allgemeine Würdigung ist an dieser Stelle nicht möglich. Es sei aber doch auf eine wichtige Folgeerscheinung hingewiesen, die um so interessanter ist, als sie wiederum deutlich zeigt, wie einschneidend das Arbeitsmittel den Betrieb und seine Gestaltung beeinflußt.

Der Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Apparattechnik hat nämlich eine Erscheinung zur Folge, die den rezenten Apparatbetrieben eine ganz besondere Note gibt und sie von den Maschinenbetrieben sehr scharf, weniger scharf von den archaistischen Apparatbetrieben unterscheidet.

Nämlich: Es liegt auf der Hand, daß im allgemeinen ein auf wissenschaftlicher Grundlage beruhendes Produktionsverfahren auch eine ständige rationale Kontrolle verlangen wird. So sehen wir denn, daß fast alle rezenten Apparatunternehmungen nach technisch wissenschaftlich geschultem Personal ein starkes Bedürfnis haben, das in dem Wesen ihrer Arbeitsmittel seine Wurzel findet. Bei der Apparattechnik ist ja, wie wir sahen, der Arbeitsgegenstand der agierende Teil, der „Stoff" steht im Mittelpunkt des Produktionsprozesses. Ob dieser Prozeß gelingt oder mißlingt und die Gründe dafür, das sind Dinge, die nicht ohne weiteres erkennbar sind, und so bedarf der Produktionsprozeß fortwährend einer genauen Betriebskontrolle durch geschultes Personal. Auch das Ergebnis des Arbeitsprozesses, das Produkt, erfordert die gleiche Aufmerksamkeit.

An der Maschine ist die Prüfung des Produkts auf seine Brauchbarkeit dem Arbeiter meist ohne besondere Vorkenntnisse möglich, am Apparatprodukt dagegen erfordert sie in der Mehrzahl der Fälle gewisse Kenntnisse. Das liegt daran, daß die Brauchbarkeit des Produkts mitunter an gewisse Eigenschaften chemischer oder physikalischer Natur geknüpft ist, die nicht ohne weiteres erkennbar sind, sondern erst nach bestimmten Methoden sichtbar gemacht werden müssen.

Die Anwendung dieser Methoden setzt bei nur oberflächlicher Kontrolle allerdings meist nur eine gewisse Übung bei dem Arbeiter voraus. Handelt es sich aber um eine genauere Prüfung des Produkts, so sind vielfach umfassendere Kenntnisse zur Vornahme der Prüfung unerläßlich.

Ein Beispiel dafür: In der Eisenindustrie kommt viel auf die Beschaffenheit des Produkts an, besonders dann, wenn das Eisen für Baukonstruktionen oder Maschinen und dergleichen verwendet werden soll. Es ist dann eine Prüfung seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften unerläßlich. Die physikalische Prüfung erstreckt sich meist nur auf Zug- und Druckfestigkeit des Produkts. Sie wird an der Zerreißmaschine vorgenommen. Bei der Einfachheit der Handhabung kann diese Probe leicht von einem tüchtigen Arbeiter bewirkt werden. Die genauere Untersuchung des Eisens dagegen, wie die mi-

kroskopische Probe an Dünnschliffen, die Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes usw. wird fast stets im Laboratorium von einem wissenschaftlich geschulten Techniker besorgt.

Entsteht so schon durch die ständige Notwendigkeit technischer Kontrolle des Arbeitsprozesses und des Produkts ein starker Bedarf nach hochwertigen Arbeitskräften, so kommt noch hinzu, daß die rezenten Apparatbetriebe gewöhnlich neben dem technischen Personal für die laufenden Untersuchungen auch noch solche Techniker unterhalten, denen die Erfindung neuer oder die Verbesserung alter Verfahrungsweisen oder Apparate obliegt. Wenn wir eine diesen Verhältnissen Rechnung tragende Patentstatistik hätten, so würde sich zweifellos zeigen, daß die Etablissementerfindung — abgesehen vielleicht von der Industrie des Maschinenbaues — nirgendwo häufiger vorkommt, als in den rezenten Apparatindustrien.

So ergibt sich also folgender Gegensatz des rezenten Apparatwesens zum Maschinenwesen hinsichtlich der allgemein-sozialen Wirkungen: Der Apparat schafft nicht nur primär bei seinem Aufkommen eine Nachfrage nach Arbeitern, sondern auch nach hochwertigem technischem Personal, nach Ingenieuren, Chemikern, Technikern, Laboranten und dergleichen.

Das ist eine wichtige Eigentümlichkeit des rezenten Apparatwesens, die glücklicherweise auch in der Statistik zum Ausdruck kommt.

Tabelle 3 der Betriebszählung von 1907 enthält die Ermittlungen über das Gewerbepersonal nach seiner Stellung im Betriebe. Die Angaben beziehen sich nur auf Hauptbetriebe. Diese Tabelle liegt unseren Aufstellungen zugrunde. Diese (Tabelle III, IV, V) wurden nach folgendem Verfahren gewonnen: Zuerst wurde die Zahl des wirklichen Betriebspersonals, das heißt also der Arbeiter und der technischen Aufsichtsbeamten festgestellt. In dieser Zahl sind demnach Eigentümer, Pächter, Betriebsleiter, Verwaltungs- und Kontorpersonal, mithelfende Familienangehörige, nicht miteinbegriffen. Der Zahl des beschäftigten wirklichen Betriebspersonals wird dann die Zahl des Aufsichtspersonals gegenüber gestellt und das Verhältnis beider Größen ermittelt. Dadurch erhalten wir einen Überblick

darüber, wieviel Aufsichtspersonen durchschnittlich in den Betrieben der erhobenen Industriezweige auf je hundert Arbeiter entfallen.

In Tabelle III und IV ist das für die wichtigsten rezenten und empirischen Apparatindustrien, in Tabelle V für eine Anzahl rein maschineller Betriebe durchgeführt. Hierzu ist noch zu bemerken, daß selbstverständlich zum Vergleich mit den Verhältnissen der Apparatbetriebe nur die entsprechenden Angaben über solche maschinellen Betriebe beigezogen werden dürfen, in deren Mittelpunkt auch wirklich die Maschine steht; denn nur so können wir ein klares Bild vom besonderen Charakter der Beziehungen zwischen Arbeitsmittel und Betrieb erhalten. Die Betriebe jener Industrien, in denen noch viele rein handwerksmäßige Verrichtungen notwendig sind, oder die wie die Industrie des Maschinenbaues einen rein technischen Charakter haben, unterliegen ganz andern Gesetzen und müssen deswegen von unserer Betrachtung ausgeschieden werden. Wir verfolgen ja nicht den Zweck, die Bedeutung des technischen Personals innerhalb der Betriebe überhaupt zu schildern, sondern wollen nur die Zusammenhänge aufdecken, die zwischen den Arbeitsmitteln und seinem Auftreten vorhanden sind. Ein Blick auf die Tabellen lehrt, daß solche Zusammenhänge in dem von uns vermuteten Sinne zu bestehen scheinen.

Tabelle III. Übersicht über das Verhältnis des Betriebspersonals zum technischen Personal in den Betrieben rezenter Apparatindustrien.

Industrieart	Betriebs-Personal	Davon technisches Personal	Prozentzahl d. technischen Personals
Galvanoplastische Waren	2 129	61	2,8
Chemische Großindustrie	41 369	2 411	5,8
Chemische Präparate	21 436	1 980	9,2
Farbmaterialien	15 758	885	5,6
Anilin und Anilinfarben	8 230	770	9,3
Kohlenteerabkömmlinge	6 432	284	4,4
Gasanstalten	34 656	2 201	6,3
Ätherische Öle	3 120	167	5,3
Sprengstoffe	25 663	1 227	4,7
Rübenzucker	35 351	2 907	8,2
Stärke- und Fruchtzucker	2 322	130	5,4
Stärke und Stärkeprodukte	5 714	375	6,5
Kohlenteerschwelerei	2 780	170	6,1
Durchschnitt	204 960	14 568	7,1

Tabelle IV.

Übersicht über das Verhältnis des Betriebspersonals zum technischen Personal in den Betrieben empirischer Apparatindustrien.

Industrieart	Betriebspersonal	Davon technisches Personal	Prozentzahl des technischen Personals
Gerberei	35 866	983	2,7
Ziegelei usw.	274 431	7 352	2,6
Töpferei	7 419	154	2,1
Holzteer usw.	1 773	90	5,0
Licht und Seife	14 462	680	4,7
Harze, Firnisse, Leim	10 586	463	4,3
Bäckerei	170 432	1 832	1,7
Brauerei	92 366	4 291	4,6
Essigfabrikation	1 379	31	2,2
Branntwein usw.	25 474	3 008	11,8
Kalkbrennerei	10 057	274	2,4
Herstellung von Eisen und Stahl	164 683	4 666	2,8
Durchschnitt	808 928	23 824	2,9

Tabelle V.

Übersicht über das Verhältnis des Betriebspersonals zum technischen Personal in einer Anzahl maschineller Betriebe.

Industrieart	Betriebspersonal	Davon technisches Personal	Prozentzahl des technischen Personals
Spielwaren aus Metall	7 304	298	4,0
Näh- und Stecknadeln	6 477	154	2,3
Schreibfedern	1 151	25	2,1
Wollspinnerei	55 297	1 742	3,1
Jute- und Zellstoffspinnerei	12 640	156	1,2
Baumwollspinnerei	95 257	2 056	2,1
Jute- und Zellstoffweberei	8 852	122	1,3
Wollweberei	53 692	1 823	3,3
Strumpfwarenfabrikation	70 343	1 608	2,2
Posamenten	23 290	722	3,1
Buchdruckerei	114 673	3 926	3,4
Lampenfabrikation	20 172	833	4,1
Durchschnitt	469 058	13 465	2,8

Zu den Tabellen ist noch zu bemerken, daß sich ein noch größeres Überwiegen des Prozentsatzes der technischen Beamten in den rezenten Apparatindustrien zeigen würde, wenn eine Ausscheidung der nur Handlangertätigkeit verrichtenden Arbeiter möglich wäre, denn diese finden sich gerade in den rezenten Apparatfabriken in großen Mengen vor und treiben so die Arbeiterzahl in die Höhe, während sie in den rein maschinellen Betrieben bekanntlich weniger zahlreich sind. So dürfte sich beispielsweise der Prozentsatz des technischen Personals in der Fabrikation chemischer Präparate bedeutend höher stellen, wenn eine Ausscheidung der nur pharmazeutische und photographische Präparate herstellenden Betriebe möglich wäre, weil in diesen der größte Teil der Arbeiterschaft wohl nur zum Einpacken der Präparate verwandt wird, während mitunter der Hersteller (oft ein Apotheker oder Friseur) allein die Fabrikation besorgt. Ganz allgemein kommt noch hinzu, daß die Eigentümer, Pächter, Betriebsleiter, welche in der Tabelle nicht mit berücksichtigt sind, ebenfalls zu einem größeren Teil technische Vorbildung besitzen dürften, als die gleiche Kategorie in maschinellen Betrieben. Da es aber nur auf die Darlegung der grundsätzlichen Unterschiede ankommt und die gradualen Schwankungen nicht allzu bedeutend sein werden, so genügen die Tabellen für unsere Zwecke.

Das Gesamtbild, welches sie darbieten, zeigt mit aller Deutlichkeit, daß die rezenten Apparatbetriebe einen bedeutend höheren Prozentsatz von technisch geschultem Personal aufweisen als die maschinellen, während die empirischen ungefähr in der Mitte zwischen beiden stehen.

Beachtenswert ist, daß von den in Tabelle IV aufgeführten archaistischen Apparatbetrieben (mit Ausnahme der Branntweinbrennerei) keiner über 5 % an technischem Personal aufweist! Damit vergleiche man nun die Prozentsätze, die wir in den rezenten Apparatbetrieben ermittelten! Man sieht, auch dieser Vergleich liefert wieder den Beweis für die Richtigkeit unserer oben entwickelten Einteilung der Apparatbetriebe.

Innerhalb der archaistischen Gruppe drückt nicht allein die große Zahl jener Arbeiter, welche in den noch fortbestehenden

Kleinbetrieben beschäftigt sind, auf den Prozentsatz des technischen Personals, sondern auch in den Großbetrieben dieser Gruppe — die sich also die Anstellung von Technikern sehr gut leisten könnten — finden wir im allgemeinen weit weniger Techniker, als in denen der rezenten Gruppe. Dies zeigt die folgende Übersicht, welche allein die Zahl angibt, wie viel Techniker auf hundert Arbeiter in archaistischen und rezenten Apparatbetrieben von über 200 Personen entfielen:

Tabelle VI.

Archaistische Industrien	Prozentzahl der Techniker in Betrieben von über 200 Personen
1. Kalkbrennerei	2,5
2. Ziegelei usw.	2,2
3. Licht und Seife	2,6
4. Gerberei	2,8
5. Brauerei	2,8
6. Herstellung von Eisen und Stahl	2,6

Rezente Industrien	Prozentzahl des technischen Personals in Betrieben von über 200 Personen
1. Chemische Großindustrie	5,4
2. Chemische, pharmazeutische, photographische Präparate	5,5
3. Herstellung von Farbmaterialien	6,5
4. Anilinfarbenfabrikation	9,5
5. Herstellung von Teerabkömmlingen	3,7
6. Sprengstoffe	4,7
7. Kohlenteerschwelerei	5,5
8. Gasanstalten	5,1

Aus der Tabelle VI dürfte mit aller Klarheit zu ersehen sein, daß die rezenten Großbetriebe mit Apparattechnik einen viel höheren Prozentsatz technischen Personals beschäftigen als die empirischen.

Woher rührt nun der geringere Bedarf dieser letzten nach geschulten Kräften? Am stärksten wirkt hierauf offenbar der Umstand ein, daß die Prozesse, die in den archaistischen Apparatbetrieben vorgenommen werden, im allgemeinen verhältnismäßig

einfacher Natur sind; obendrein macht auch der Charakter des Arbeitsprodukts bei diesen vielfach eine wissenschaftlich genaue Prüfung unnötig. Auch ist die Möglichkeit, Erfindungen zu machen, in den archaistischen Apparatindustrien lange nicht in solch ausgedehntem Maße vorhanden, daß sie für sich allein zur Anstellung technischen Personals verlocken könnte. In dieser letzten Hinsicht weisen allein die Eisen- und Stahlwerke eine deutliche Ähnlichkeit mit den rezenten Apparatbetrieben auf. Ich sage das, obwohl nach der Tabelle IV nur der Prozentsatz von 2,8 für das technische Personal in der Eisen- und Stahlbereitung sich ergibt. Es muß nämlich dabei berücksichtigt werden, daß die Arbeit in Eisenhütten, Frisch- und Streckwerken zu einem erheblichen Teil maschinell ist, zu einem andern erheblichen Teil rein physisch, so daß zu ihrer Bewältigung große Arbeitermengen nötig sind, die selbstverständlich den Prozentsatz des technischen Personals herunterdrücken.

Noch eine andere statistisch faßbare Tatsache scheint zugunsten der von uns festgestellten Verknüpfung der Apparatbetriebe mit der Wissenschaft zu sprechen. Der Bedarf derartiger Betriebe nach ausschließlich wissenschaftlich geschultem Personal muß nämlich auch in der Frequenz unserer Hochschulen zum Ausdruck kommen. Nun wird allerdings dort „das Angebot“ vorbereitet, allein, wenn sich ein gar zu großes Mißverhältnis zwischen Angebot und Bedarf bereits ergeben hätte, so würde doch die Reaktion darauf wohl nicht ausgeblieben sein. Das steht allerdings fest, als vollwertiger Beweis für das Vorhandensein des hier in Rede stehenden Zusammenhangs zwischen Wissenschaft und Apparatbetrieben kann es nicht gelten, wenn sich zeigt, daß die für Apparatunternehmungen in Betracht kommenden Studierenden unserer Hochschulen einen gewaltigen Prozentsatz sämtlicher Studierenden ausmachen. Immerhin aber dürfte die Feststellung dieser Tatsache an sich schon interessant genug sein.

Es wurde bei Aufstellung der unten angegebenen Zahlen von folgenden Gesichtspunkten ausgegangen:

1. Es darf angenommen werden, daß die Chemie als Hauptfach studierenden Angehörigen unserer Hochschulen in ihrer erdrückenden Mehrheit eine Betätigung innerhalb der Apparatindustrien an

streben. Das gilt sowohl von denen der Universitäten, wie auch vor allem von denen der technischen Hochschulen. Hierzu treten noch die Hüttenleute. Demnach wurde die Zahl der nur Chemie und Hüttenkunde Studierenden der Zahl der dem Studium anderer technischer Fächer obliegenden Studierenden gegenübergestellt.

2. Eine derartige Gegenüberstellung an Hand der Statistik ist aber nicht ohne weiteres möglich, weil für die technischen Hochschulen zum Teil Angehörige anderer Wissenschaftszweige in der Zahl der Chemiker und Hüttenleute mit einbegriffen sind. Indessen gelangt man hier zu einer meines Erachtens wenigstens annäherungsweise richtigen Zahl für die Chemiker dadurch, daß man auf Grund des für 13 Universitäten vorliegenden Materials das durchschnittliche Verhältnis zwischen der Zahl der Naturwissenschaft überhaupt Studierenden einerseits und den Chemikern andererseits ermittelt. Auf Grund der so gefundenen Prozentzahl von 16,3 läßt sich die mutmaßliche Zahl der auf den 8 übrigen Universitäten befindlichen Chemiker berechnen.

Es ergab sich dabei, daß im Wintersemester 1910/11 rund 1220 Studierende der Chemie auf deutschen Universitäten vorhanden waren. Da nun gleichzeitg auf den technischen Hochschulen 1689 Studierende der Chemie oblagen, so würden wir zu einer Gesamtzahl von 2909 Chemikern und Hüttenleuten gelangen. Da nun aber in diese Zahl auch — soweit die technischen Hochschulen in Frage kommen — für eine der 11 Hochschulen die Bergbaubeflissenen, für zwei die Pharmazie Studierenden, für eine die Elektrotechniker mit einbegriffen sind, so muß die Zahl der zweifellos für Apparatbetriebe in Betracht kommenden Hochschüler niedriger angenommen werden. Wenn wir, was übrigens reichlich genug sein dürfte, diese Zahl um etwa ein Drittel vermindern, so dürften wir damit wenigstens annähernd die Zahl der zukünftigen Apparat-Techniker vor uns haben. Es handelt sich um etwa

Chemiker, Hüttenleute usw. . . . rund	2000
Architekten	2086
Bauingenieure	2870
Maschineningenieure	2922
Sonstige	1617

Diese Zahlen können nun natürlich erst bewertet und in ihrer Bedeutung begriffen werden, wenn wir ihnen die Zahl der in den entsprechenden Berufsgruppen ermittelten Hauptbetriebe mit mehreren Personen gegenüberstellen, kann doch angenommen werden, daß technisch geschulte Kräfte in Alleinbetrieben nicht verwandt werden. Die Gewerbeart, der sich die Studierenden zuwenden werden, ist leicht ersichtlich. Es werden die Architekten und Bauingenieure im Baugewerbe, die Maschineningenieure zum weitaus größten Teil in der Industrie der Maschinen, Instrumente und Apparate, die Chemiker, Hüttenleute usw. in den entsprechenden Betrieben Verwendung finden. Nun gab es aber 1907 nach der Betriebsstatistik:

Betriebe mit mehreren Personen.

Hüttenbetriebe usw.	908
Verkokungsanstalten	119
Kalkbrennerei	1 080
Lehm- und Tonwaren	17 324
Chemische Industrie	8 296
Forstwirtschaftliche Nebenprodukte	5 490
Rübenzucker	453
Stärkezucker	103
Stärke und Stärkeprodukte	406
Summe:	34 179

Demgegenüber gab es im:

Baugewerbe	130 194
Industrie der Maschinen, Instrumente, Apparate	52 457
Summe:	182 651

Setzen wir nun unter Ausschaltung der unter der Bezeichnung „sonstige" angeführten Techniker die Zahl der Architekten, Bau- und Maschineningenieure in Beziehung zu der für ihre Tätigkeit in Betracht kommenden Betriebszahl von 182 651, so ergibt sich, daß auf 23,1 Betriebe ein Technik Studierender entfällt, während sich für die Chemiker und Hüttenleute der Quotient 17,5 berechnen läßt. Der vorerwähnte Quotient von 23,1 würde

sich noch vergrößern, wenn tatsächlich alle Betriebe erfaßt wären, die Maschineningenieure verwenden. Es fehlt aber jeder Anhalt dafür, wieviel Betriebe der Textil-, Metallwarenindustrie usw. eigene Maschineningenieure anstellen. Daraus geht hervor, daß die ermittelten Zahlen nur annäherungsweise richtig sind. Allein es kommt ja im vorliegenden Falle nicht so sehr auf die Genauigkeit der Zahlen an, als auf den Nachweis der (meines Erachtens) nicht zu erschütternden Tatsache, daß tatsächlich auch von der Allgemeinheit mit dem stärkeren Bedarf der Apparatindustrien nach geschultem Personal gerechnet wird.

Zusammenfassend dürfen wir über die allgemein volkswirtschaftliche Wirkung des Apparatwesens folgende Sätze aufstellen:

Im Hinblick auf die volkswirtschaftliche Bedeutung für die Produktion steht das Apparatwesen nicht allzuweit hinter dem Maschinenwesen zurück. Es zerfällt in zwei Gruppen: Die archaistische und die rezente. In der archaistischen finden wir ähnliche Entwicklungsrichtungen wie in der maschinellen Industrie. In beiden werden mit den Fortschritten der Entwicklung primär manche selbständige Existenzen vernichtet. In beiden geht die bekannte großbetriebliche Revolution vor sich. Die rezente Gruppe dagegen steht unter dem Zeichen großbetrieblicher Evolution. Beiden Gruppen gemeinsam ist ein gewisser Bedarf nach technisch geschultem Personal, der sich aber in der rezenten viel stärker bemerkbar macht.

Viertes Kapitel.

Die Arbeit am Apparat.

a) Gliederung der Arbeiterschaft.

Lernten wir vorhin die Einflüsse des Apparatwesens auf die Produktion und die Betriebe kennen, so haben wir uns jetzt einer mehr ins einzelne gehenden Betrachtung zuzuwenden. Nämlich der Frage nach der besonderen Beeinflussung der Arbeiter durch die Apparate. Wenn die Verschiedenheiten dieser Arbeitsmittel von den Maschinen in der Tat so groß

sind, wie sie im technischen Teile dargestellt wurden, so muß das auch notwendig seine Rückwirkung auf die Arbeiterschaft haben.

Vor allem ist da auf eine hochwichtige Beziehung des Apparatwesens zur Gliederung der Arbeiterschaft hinzuweisen. Schon im vorigen Kapitel ist diese Erscheinung berührt worden, zeigte sich doch, daß die technische Oberleitung der Apparatbetriebe bedeutend mehr geschultes Personal erheischt, als die der rein maschinellen Betriebe. Man kann also ruhig sagen, daß der Apparat in höherem Maße als die Maschine auf eine Vermehrung des beaufsichtigenden Personals hinwirkt. Aber damit ist sein differenzierender Einfluß auf die Arbeiterschaft noch keineswegs erschöpft.

Auch der tätig in den Produktionsprozeß selbst eingreifende Teil der Arbeiter wird nämlich, wieder durch den technischen Charakter des Apparates, in zwei nicht selten scharf gesonderte Gruppen geschieden, und darin drückt sich in gewissem Sinne eine Besonderheit des Apparatwesens gegen das Maschinenwesen aus.

Betrachtet man nämlich die Arbeiter eines typisch maschinellen Betriebs, also z. B. einer Spinnerei, einer Weberei, einer Nadel- oder auch einer Bijouteriewarenfabrik, so zeigt sich, daß dort an einer größeren Zahl gleichartiger Arbeitsmittel zahlreiche Arbeiter mit den gleichen Verrichtungen beschäftigt sind. Gewiß, die Maschinerie selbst ist vielfach differenziert, allein es liegt im Wesen der Arbeitszerlegung, daß sich Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung der einzelnen Maschinenart für die Gesamterzeugung des Betriebes sehr schwer auffinden lassen. Man darf daher ruhig die an den Maschinen tätigen in ihrer Masse als „Hauptarbeiter" bezeichnen. Diesen „Hauptarbeitern" stehen aber nur verhältnismäßig wenig „Nebenarbeiter" gegenüber, denn das Gesamtprodukt eines solchen Betriebes setzt sich zusammen aus den Teilprodukten einer größeren Anzahl vollkommen gleichartiger Arbeitsmaschinen, was wieder Gleichartigkeit der von den Arbeitern zu leistenden Tätigkeiten im Gefolge hat. Daher eben treten die Nebenarbeiter in den typischen Fällen an Zahl hinter den Hauptarbeitern zurück: Das Vorhandensein zahlreicher

gleichartiger Maschinen in rein maschinellen Betrieben wirkt nivellierend auf die im Prozeß Tätigen ein.

In den Apparatbetrieben ist aber nur sehr selten eine größere Zahl gleichartiger Apparate vorhanden. Wir wissen aus dem technischen Teil, welch gewaltige Größenverhältnisse viele Apparate aufzuweisen haben; die Folge davon ist, daß im allgemeinen ein einziger Apparat zur Erzeugung gewaltiger Produktmengen genügt, so daß das Gesamtprodukt eines Betriebes, dessen Wesen bestimmendes Arbeitsmittel der Apparat ist, sich aus den Teilprodukten nur weniger Apparate zusammensetzt. Diese Besonderheit der typischen Apparatbetriebe erweist sich als statistisch faßbar. Hierzu muß auf die Gestaltung unserer Betriebsstatistik eingegangen werden.

In Tabelle 10 der Gewerbestatistik von 1907 wird dargestellt, wie sich die wichtigeren Arbeitsmaschinen, die von den verschiedenen Gewerbezweigen verwendet werden, auf die Betriebsgrößenklassen verteilen. Für unsern Zweck kommen aus offensichtlichen Gründen nur die Verhältnisse der Betriebe mit mehr als 50 Personen in Betracht.

Die Tabelle zählt nun für jede einzelne Gewerbeart eine ganze Reihe von sogenannten Arbeitsmaschinen auf, worunter auch die Apparate mit einbegriffen sind, trennt aber nicht die für die einzelnen Arten wesentlichen Arbeitsmittel von den unwesentlichen, akzessorischen. Uns interessieren hier selbstverständlich nur die für jede Art wesentlichen Arbeitsmittel, d. h. diejenigen, an denen sich der der Zwecksetzung des Betriebes entsprechende Vorgang vollzieht. Ob sich beispielsweise in einem Betrieb der Kohlenteerschwelerei zufällig eine Kreis- oder Bandsäge für Holz oder eine Faßreifenantreibemaschine befindet, ist für uns belanglos. Uns geht nur die Zahl der wesentlichen Arbeitsmittel, also in diesem Falle der Destillier- und Filtrierapparate an.

In der folgenden Aufstellung ist demgemäß für eine Reihe der wichtigsten Apparatbetriebsarten die Zahl der für sie wesentlichen Arbeitsmittel festgestellt. Ihr wird die Zahl der in der betreffenden Betriebsart vorhandenen Betriebe gegenübergestellt, woraus dann die Zahl der durchschnittlich auf jeden Betrieb entfallenden gleichartigen Apparate ermittelt wird.

Tabelle VII.

Industrieart	Betriebe mit über 50 Personen	Apparate	Zahl	Durchschnittlich pro Betrieb
Herstellung von Eisen und Stahl	67	Hochöfen	238	3,5
	43	Puddelöfen	457	10,6
	18	Bessemerbirnen	73	4,0
	65	Flammöfen	260	4,0
	48	Kupolöfen	154	3,2
Verkokungsanstalten	77	Koksöfen	10 962	142,3
Kalkbrennerei	42	Kalkbrennöfen	118	2,5
Zementfabrik	94	Brennöfen	690	7,3
Ziegelei usw.	1119	Brennöfen	3 878	3,4
Töpferei	78	Brennöfen	537	6,8
Glasfabrikation	267	Schmelzöfen	691	2,5
Chemische Großindustrie	7	Kiesbrenner usw.	95	13,5
	20	Sulfatöfen	183	9,1
	15	Sodakalziumöfen	45	3,0
	3	Schwefelnatriumöfen	10	3,3
	15	Schwefelsäurekammern	92	6,1
	4	Ammoniaksodakammern	350	87,5
	8	Chlorkalkkammern	119	14,8
	63	Destillierapparate	682	10,8
Verarbeitung von Abfuhrstoffen	3	Knochendämpfer	6	2
Gasanstalten	7	Kammeröfen	138	19,7
Talg- u. Seifensiederei	11	Autoklaven	21	1,9
	4	Trockenmaschinen	7	1,7
Ölraffinerie	2	Kondensierapparate	10	5
Kohlenteerschwelerei	15	Destillierapparate	203	13,5
	3	Filtrierapparate	44	14,6
	1	Kondensierapparate	71	71
Herstellung von äther. Ölen usw.	10	Destillierapparate	315	31,5
Verarbeitung v. Knochen, Leim, Harz usw.	4	Knochendämpfer	17	4,2
Gerberei	134	Walkfässer	1 281	9,4
Bäckerei usw.	68	Backöfen	510	7,5
Rübenzuckerfabr.	23	Diffuseure	257	11,1
	22	Verdampfstationen	164	7,4
	7	Brühapparate	63	9,0
Brauerei	28	Vormaischapparate	36	1,2
	235	Braupfannen	416	1,7
Brennerei	6	Vormaischapparate	28	4,6
	28	Destillierapparate	192	6,8
	11	Rektifizierapparate	23	2,1

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß durchweg die Zahl der auf einen Betrieb entfallenden gleichartigen Apparate sehr gering ist. In einigen Fällen, die eine Ausnahme von dieser Regel

zu bilden scheinen, wie bei den Ammoniaksodakammern, den Kondensationsapparaten in der Kohlenteerschwelerei, muß berücksichtigt werden, daß jeweils mehrere der dort erwähnten Apparate erst zusammen ein Arbeitsmittel bilden. Wie viele aber auf eine Einheit entfallen, läßt sich nicht sagen, da die Verhältnisse in den einzelnen Werken schwanken. So viel geht jedenfalls klar aus der Tabelle hervor, daß eine größere Anzahl von Apparaten einer Art auf den einzelnen Betrieb nur sehr selten entfällt.

Die Bedeutung dieser Eigenart der Apparatbetriebe tritt aber noch deutlicher hervor, wenn wir die Verhältnisse in einem vielfach als typisch bezeichneten maschinellen Betriebszweig, der Textilindustrie, zum Vergleich heranziehen. Da ergibt sich ein ganz anderes Bild.

Tabelle VIII.
Spinn- und Webstühle mit Kraftbetrieb in den Betrieben der Textilindustrie von über 50 Personen.

Industrieart	Betriebszahl	Maschinen	Zahl	Durchschnittlich pro Betrieb
Wollbereitung	15	Kämmaschinen	1 942	129,4
Spinnseide und Seide	8	Vorspinnmaschinen	411	51,3
Shoddyspinnerei	5	Feinspinnmaschinen	187	37,4
Wollspinnerei	92	Feinspinnmaschinen f. Wolle	2 262	24,5
Jute- und Zellstoffspinnerei	25	Vorspinnmaschinen	1 023	40,9
	22	Feinspinnmaschinen	1 291	58,6
Baumwollspinnerei	146	Vorspinnmaschinen	7 625	52,2
	234	Feinspinnmaschinen	7 796	33,3
Seidenweberei	21	Jacquardstühle	1 326	63,1
	12	Stühle ohne Jacquard	1 094	91,1
	12	Bandstühle	1 439	119,9
Wollweberei	29	Jacquardstühle	2 080	71,7
	225	Stühle ohne Jacquard	38 328	170,3
	5	Webstühle ohne nähere Angaben	201	40,2
	2	Bandstühle	183	91,5
Teppichfabrikation	19	Jacquardstühle	676	35,5
Leinenweberei	15	Jacquardstühle	2 054	136,9
	30	Stühle ohne Jacquard	2 900	68,9
	8	Stühle ohne Angaben	593	74,1
	5	Bandstühle	180	36,0
Jute- und Zellstoffweberei	1	Jacquardstühle	362	362,0
	12	Stühle ohne Jacquard	2 746	228,8
Baumwollweberei	152	Stühle ohne Jacquard	49 579	326,1

Die Tabelle zeigt, daß nirgendwo die Durchschnittszahl der gleichartigen Arbeitsmittel unter 20 sinkt, daß also mit andern Worten in den hier erfaßten typisch maschinellen Betrieben eine bedeutend größere Zahl gleichartiger Arbeitsmittel vorhanden ist, was wieder zur Folge hat, daß eine größere Anzahl von Hauptarbeitern dort tätig ist.

Es soll hier durchaus nicht behauptet werden, daß diese Verhältnisse für jede maschinelle Industrie gleichartig wären! Es gibt ja eine Menge maschineller Industriezweige, in denen selbst bei großbetrieblicher Ausgestaltung nur wenige gleichartige Arbeitsmittel gefunden werden (z. B. Papiermaschinen, Rotationsdruckmaschinen, Walzenstraßen). Allein wenn auch der Textilindustrie in neuerer Zeit mitunter die typische Bedeutung für die Erkenntnis der Wirkungen des Maschinenwesens abgesprochen worden ist, so dürfte doch nicht zu leugnen sein, daß die Erfassung der in ihr herrschenden Verhältnisse einen hohen erkenntnistheoretischen Wert hat.

Übrigens kommt es für uns ja auch nur darauf an, die Besonderheiten des Apparatwesens nachzuweisen. In dieser Hinsicht dürfte die Tabelle zeigen, daß in der Tat für die mit Apparaten arbeitenden Industrien die geringe Zahl der auf einen Betrieb entfallenden gleichartigen Arbeitsmittel kennzeichnend ist.

Das bleibt nun nicht ohne Rückwirkung auf die Arbeiterverhältnisse. Es liegt zutage, daß überall da, wo eine größere Zahl von Arbeitsmitteln vorhanden ist, eine größere Menge von Arbeitern an diesen Arbeitsmitteln beschäftigt sein wird, wenn auch natürlich ein bestimmte Proportion nicht besteht. Anderseits wird die geringe Zahl von Apparaten in Apparatbetrieben eine geringere Anzahl von Apparatarbeitern bedingen.

Die Praxis bestätigt diese Deduktion mit aller Deutlichkeit. Hierfür ein paar charakteristische Beispiele:

Im Retortenhaus eines größeren Gaswerkes, das ich besichtigte, sind an den 13 dort aufgestellten Kammeröfen jeweils nur 3 Arbeiter tätig, die nach 8stündiger Schicht abgelöst werden, so daß also zur Bedienung der 13 Öfen während 24 Stunden im ganzen nur 9 Mann gebraucht werden. Diese

überwachen nicht allein die Generatoren, sondern auch den Vergasungsprozeß selbst. So macht das gewaltige Retortenhaus auf den Besucher den Eindruck einer verlassenen Arbeitsstätte.

Ähnliche Verhältnisse finden wir am Leblanc-Sodaofen neuerer Konstruktion: Am Ofen selbst ist nur ein einziger Arbeiter zur Überwachung des Produktionsprozesses tätig. Dazu kommt allerdings noch ein zweiter Arbeiter, dem ausschließlich die Bedienung der maschinellen Einrichtung des Revolvers obliegt, und ein dritter, der für verschiedene Hilfsarbeiten herangezogen wird.

Auch im Sudhaus der größeren Brauereien finden sich nur ganz wenige Arbeiter; ebenso ist die Zahl der an den Branntweinblasen beschäftigten Arbeiter in gewerblichen Brennereien sehr gering. Mehrere Apparate sind hier meist einem Arbeiter überwiesen. Ähnlich ist es in der Schwefelsäureindustrie. Drösser[1] sagt darüber:

> „In einer modernen mittelgroßen Schwefelsäurefabrik ge-
> „winnt der Beschauer den Eindruck, als ob die gewaltigen,
> „langhingestreckt ruhenden Bleikammern, die hohen Türme,
> „die großen, elektrisch angetriebenen, gemächlich rotierenden,
> „mechanischen Röstöfen, die heißen Konzentrationsapparate
> „sich selbst überlassen, ohne menschliche Einwirkung ihre Auf-
> „gaben verrichteten. Ein einziger Mann beobachtet Kammern
> „und Türme, ein einziger bedient die mechanischen Röstöfen,
> „ein einziger überwacht die Konzentration."

Nach allem Gesagten dürfen wir es meines Erachtens als Regel betrachten, daß die Zahl der Apparatarbeiter in Apparatbetrieben sehr gering ist.

Damit liegt der differenzierende Einfluß des Apparatwesens auf die Arbeiterschaft klar am Tage. Wissen wir doch, daß besonders in den Großbetrieben, die mit Apparaten arbeiten, immer noch gewaltige Arbeiterheere beschäftigt sind. Aus der hier folgenden Tabelle IX wird diese Erscheinung für eine Reihe willkürlich gewählter Apparatbetriebe ersichtlich.

---

[1] Drösser l. c.

Tabelle IX.
In Betrieben mit über 100 Personen waren beschäftigt 1907:

Industrieart	Betriebszahl	Arbeiterzahl	Durchschnittlich pro Betrieb
Gerberei	71	15 855	223,3
Kalkbrennerei	11	2 033	184,8
Licht und Seife	20	3 821	191,0
Hütte	316	161 515	511,1
Chemische Großindustrie	104	31 858	306,3
Anilin und Anilinfarben	12	8 909	742,4
Gasanstalten	76	20 375	269,4
Farben (oder Teerfarben)	31	9 944	320,8
Rübenzucker	81	21 522	265,7
Lehm- und Tonwaren	554	130 993	236,4

Aus der Zahl aller im Betrieb beschäftigten Arbeiter kann nun nach dem Gesagten nur eine sehr kleine Zahl von Leuten zur Verwendung an Apparaten gelangen.

Die große Masse des Personals aber ist in der vorbereitenden und der Schlußphase tätig, und zwar so, daß der eine Teil die Maschinen bedient, welche entweder zur Bewegung etwa mechanisierter Apparate, oder aber zur Aufbereitung der Rohstoffe oder auch zur Ortsveränderung und Verarbeitung des Apparatprodukts notwendig sind, der andere Teil mit Handlangerarbeiten beschäftigt ist.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß in kleineren Verhältnissen und überall da, wo die Arbeitsteilung aus irgendeinem Grunde noch nicht scharf durchgeführt ist, die Differenzierung zwischen Haupt- und Nebenarbeitern verschwindet. Je technisch vollkommener indes die Einrichtungen eines Betriebes sind, um so schärfer tritt im allgemeinen die hier geschilderte Gliederung der Arbeiterschaft in Erscheinung.

Alle Verrichtungen, welche die nicht an Apparaten tätigen Arbeiter in derartigen Betrieben zu versehen haben, sind zwar nur durch die Apparate notwendig oder möglich gemacht, allein sie unterliegen dennoch durchaus nicht der unmittelbaren Beeinflussung durch das Apparatwesen. Die Verpackungsarbeiten in einer Toiletteseifenfabrik sind z. B. nur möglich, wenn in

den Apparaten Seife erzeugt wird, und doch unterscheiden sie sich durchaus nicht von den gleichen Arbeiten in einer fast rein maschinellen Schokoladefabrik.

Da wir hier den Wirkungen des Apparatwesens auf die Arbeiterschaft nachgehen, so interessieren uns derartige Nebenarbeiten nur insoweit, als die Verhältnisse, unter denen gearbeitet wird, einer Beeinflussung durch die Apparate unterliegen. Demnach haben wir uns in den hier folgenden Ausführungen zu befassen:

1. mit den Apparatarbeitern,
2. mit den Nebenarbeitern, insoweit Beziehungen zwischen den Arbeitsverhältnissen und den Apparaten bestehen.

b) Der Apparatarbeiter.

Es ist zunächst zu untersuchen, ob und inwieweit die Bedingungen, unter denen der Apparatarbeiter tätig ist, verschieden sind von denen, unter denen er an der Maschine arbeitet.

Betrachten wir zunächst einmal die Arbeitsart. Hierbei ist vor allem zu unterscheiden zwischen jenen Arbeiten am Apparat, die während des zweckerfüllenden Vorgangs selbst nötig werden, und jenen, die in dem vorbereitenden oder dem Schlußakte zu geschehen haben. Nur die ersten können als für den Apparat charakteristisch gelten, die andern sind zwar durch ihn veranlaßt, weisen aber keinerlei spezifische Merkmale auf: Da handelt es sich um Beschicken des Apparates mit Rohmaterial, um seine Entleerung, um Tätigkeiten, die den Produktionsprozeß fördern sollen usf., alles Arbeiten, die durchaus kein charakteristisches Gepräge tragen.

Am klarsten tritt selbstverständlich die Besonderheit der Apparatarbeit da in Erscheinung, wo diese Verrichtungen mechanisch besorgt werden. Das kommt aber durchaus nicht überall vor; die reine Apparatarbeit findet sich viel seltener als reine Maschinenarbeit.

An sich wäre sie also wegen der verhältnismäßigen Seltenheit ihres Vorkommens ohne allgemeines Interesse. Allein es ist klar, daß auch die Fälle von gemischter Arbeit, in denen der Arbeiter sowohl im vorbereitenden und im Schlußakte, als auch

während des zweckerfüllenden Aktes selbst tätig ist, in ihrer Eigenart nur erkannt werden können, wenn man die Anforderungen kennt, die der Apparat für sich allein an den Arbeiter stellt. Außerdem besteht aber das Bestreben (was kaum erwähnt zu werden braucht), die Apparate in weitgehender Weise zu mechanisieren, was ein Umsichgreifen der Arbeitsteilung zur Folge hat. Damit tritt die Eigenart der Apparatarbeit immer deutlicher in Erscheinung. Ihr wichtigstes Merkmal im Vergleich mit der Maschinenarbeit liegt, um gleich das Wesentlichste zu sagen, darin, daß sie vorwiegend überwachender Natur ist, während die Maschinenarbeit einen mehr bedienenden Charakter hat. Freilich, in dieser Allgemeinheit ausgesprochen, übertreibt der Satz. Er soll auch nur eine grundsätzliche Verschiedenheit ausdrücken und bedarf der Einschränkung.

Logisch folgt er übrigens aus dem, was im technischen Teil über die Unterschiede in der Wirkungsweise von Maschine und Apparat gesagt wurde. Wir sahen dort, daß die Maschine am Zustandekommen des zweckerfüllenden Vorgangs aktiv beteiligt ist, während am Apparat der zu bearbeitende Stoff agiert. Die Maschine besorgt die zu leistende Tätigkeit, den zweckerfüllenden Vorgang selbst, in gleicher Weise, wie am Apparat der Arbeitsgegenstand diese Funktion erledigt. An der Maschine kann — theoretisch — der Arbeiter *nur* in Tätigkeit treten, indem er den zweckerfüllenden Vorgang auslöst und den Arbeitsgegenstand in Verbindung mit der Maschine bringt oder von ihr trennt. Im wesentlichen schafft nicht er, sondern die Maschine das Arbeitsprodukt. Er *bedient* sie nur, indem er ihr Rohmaterial zuführt, ihre Produkte wegnimmt.

Da nun an der Maschine, wie wir sahen, der zweckerfüllende Vorgang jeweils von sehr kurzer Dauer ist, so fehlt an ihr fast jegliche Beziehung des Arbeiters zum zweckerfüllenden Vorgang selbst. Die wichtigste Arbeitsleistung besteht demnach in der Fürsorge für den vorbereitenden und den Schlußakt, eine Tätigkeit, die man gewöhnlich als bedienende zu bezeichnen pflegt.

Eine solche bedienende Tätigkeit kommt auch am Apparat vor, allein, da an ihm, wie gezeigt wurde, der zweckerfüllende Akt bedeutend längere Zeit in Anspruch nimmt, so tritt die vor-

bereitende und die Schlußphase an Bedeutung hinter dem ersten weit zurück. Die wesentliche Tätigkeit des Apparatarbeiters erstreckt sich somit auf ein Verfolgen des Prozesses: ob er gelingt, ob er vollendet ist usw., ist also vorwiegend überwachender Natur.

In der Praxis gestalten sich nun allerdings diese Verhältnisse etwas anders als in der Theorie. Darauf wirkt die Möglichkeit hin, daß im Betriebe von Maschinen Störungen sich ereignen können, während anderseits am Apparat mitunter der zweckerfüllende Vorgang einer Förderung durch körperliche Arbeit bedarf. Beide Momente veranlassen natürlich eine Verwischung des eigentlichen Arbeitscharakters.

Betrachten wir einmal die tatsächlichen Verhältnisse an Hand einiger Beispiele. Zunächst die Rotationsdruckmaschine:

Die Papierrolle wird hier von den Arbeitern in die Maschine eingesetzt und diese selbst in Gang gebracht: Vorbereitender Akt. Alles weitere vollzieht sich nun selbsttätig: Das Papier wird abgerollt, bedruckt, zerschnitten, gefalzt, ohne daß für die Arbeiter noch etwas anderes zu tun bliebe, als die Bedienung der Maschine, das heißt Einölen gewisser stark in Anspruch genommener Radwellen, Wegnahme der fertigen Bogen (Schlußakt) usw. Die Maschine arbeitet während des zweckerfüllenden Vorgangs. Die Tätigkeit des Arbeiters bleibt, wie man sieht, auf die vorbereitende und die Schlußphase beschränkt, sie ist bedienender Art. Doch — und nun kommt das von der Theorie abweichende Moment — besteht ständig die Gefahr einer Störung des ruhigen Ganges der Maschine, weshalb denn auch an größeren Maschinen gewöhnlich ein älterer, erfahrener Arbeiter mit der ständigen Prüfung des Produktes beauftragt ist. In gewissen Zwischenräumen nimmt er Stichproben aus den fertigen Bogen, die er auf ihre Fehlerlosigkeit prüft. Stellt sich dabei irgendein Mangel heraus, so wird die Maschine zum Stillstand gebracht und für Abhilfe gesorgt. Man sieht also, daß an der Maschine der bedienende Charakter der Arbeit nicht rein zum Ausdruck kommt, sondern vom Moment der Überwachung durchkreuzt wird. Das gilt überhaupt stets. Je komplizierter aber eine Maschine gebaut ist, in

um so höherem Maße tritt meist auch das Moment der Überwachung in den Vordergrund.

Auch bei der Dampfmaschine, in der Textilindustrie, der Maschinenindustrie, der Dampfmüllerei usw. zeigt sich das mit aller Deutlichkeit. Trotzdem aber erhält die Arbeit an der Maschine ihr eigentümliches Gepräge durch den bedienenden Charakter, und auch Marx hat er sicherlich allein vorgeschwebt, wenn er den Arbeiter als den Sklaven der Maschine bezeichnet.

Andererseits ist, wie oben schon theoretisch ausgeführt wurde, das bedeutsamste Merkmal der Apparatarbeit in ihrer überwachenden Natur gegeben, in der Beobachtung des Verlaufs des zweckerfüllenden Vorganges. So haben beispielsweise die Kammerwärter der Schwefelsäureindustrie fast ausschließlich die Aufgabe, den Prozeß der Säurebildung zu beobachten. Hier gelangt, wie im technischen Teil schon dargestellt wurde, der Arbeitsgegenstand, das Gemisch von Schwefeldioxyd, Wasserdampf, salpetrigen Dämpfen usw. ohne Zutun der Arbeiter in die Kammern (vorbereitender Akt). Dabei hat der Arbeiter (nach Drösser) die Aufgabe, Wasserdampf und Staubzufuhr, die Salpetereinführung zu regeln, ferner im Schlußakt die Austrittsgase zu untersuchen, sowie Menge und Beschaffenheit der fertigen Säure zu prüfen, außerdem die Kammertemperatur in bestimmten Zwischenräumen festzustellen und dergleichen Arbeiten mehr. Kurzum, man kann sagen, daß die Arbeit an diesen Apparaten ausschließlich Überwachungscharakter hat.

Auch für die Arbeit an den Retorten, welche der Gasgewinnung dienen, läßt sich das gleiche nachweisen. Die Tätigkeit der an den sogenannten Kammeröfen beschäftigten Arbeiter besteht auch hier in einer Beaufsichtigung der Generatoren und Retorten und in der Beobachtung des Zeitpunktes, an dem die Entgasung der Kohle vollendet ist usw. Das gleiche zeigt sich z. B. auch an den Branntweinblasen, an den Maisch- und Sudpfannen der Brauereien. Mit einem Wort, es gibt eine große Zahl von Apparaten, an denen das überwachende Moment

der Arbeit nicht oder nur ganz unbedeutend durch das Bedienende verwischt wird.

Allerdings kommen auch solche Fälle vor, ja, nicht selten stellt der Apparat höhere Anforderungen an die körperliche Leistungsfähigkeit des Arbeiters als die große Mehrzahl der Maschinen. Ich brauche nur die Heizarbeit zu nennen, um dem Leser ein klares Bild davon zu geben. Wer die Arbeit eines Kesselheizers einmal beobachtet hat, wie er, in dem heißen, dem Ofen entquellenden Luftstrom stehend, mit der Krücke die Schlacken vom Rost entfernt oder neue Kohlen einlegt, der weiß, welche körperlichen Anstrengungen die Heizarbeit bereitet. Wir finden ähnliches auch an andern, besonders an älteren Apparaten. Es gibt z. B. heute noch manche Gaswerke, die mit den veralteten horizontal liegenden Retorten arbeiten, wodurch das Beschicken und Entleeren der Apparate sich für die Arbeiter zu einer recht mühsamen Arbeit gestaltet. Der Puddelprozeß, während dessen die Charge fortwährend vom Arbeiter umgerührt werden muß, wurde schon vorhin erwähnt. Auch auf den alten Leblancofen wäre hier noch zu verweisen, bei dem das gleiche der Fall war.

Hieraus ergiebt sich, daß gewiß auch die Apparatarbeit des bedienenden Momentes keineswegs überall entbehrt. Allein je weiter die technische Vervollkommnung der Apparate voranschreitet, um so mehr tritt das bedienende Moment auch in diesen Fällen zurück, so daß der vorwiegend überwachende Charakter der Apparatarbeit immer deutlicher erscheint.

Um nun die Bedeutung der überwachenden Tätigkeit des Arbeiters am Apparat richtig zu kennzeichnen, wollen wir uns zuerst ihre Bedeutung an der Maschine vergegenwärtigen. Bei den Beispielen, die eben für diese letzte aus der Druckerei, der Textilindustrie usw. angeführt wurden, sehen wir folgendes: setzt die Aufmerksamkeit des Arbeiters bei Überwachung der Maschine kurze Zeit aus und entsteht in der Tat eine Störung ihres Ganges, so hat dies in weitaus den meisten Fällen einen verhältnismäßig geringen Schaden im Gefolge. Tritt z. B. an der Rotationsmaschine ein Bruch der Platte ein, der unbemerkt bleibt, so ist die Folge der Unachtsamkeit nur die, daß die neu-

gedruckten Bogen verdorben sind. Sobald der Arbeiter auf den Mangel aufmerksam wird, stellt er die Maschine ab. Ebenso ist es z. B. in der Tuchweberei. Es ist bekanntlich eine wichtige Aufgabe des Webers, zu überwachen, daß kein Faden der Kette zerreißt. Tritt aber nun doch dieser Fall ein, ohne vom Weber sogleich beachtet zu werden, so entsteht ein Fehler, der von den Stöpferinnen meist leicht beseitigt werden kann. Handelt es sich doch nur um eine Schädigung an einzelnen Teilen des Arbeitsproduktes.

Überhaupt zieht (im allgemeinen) die Unachtsamkeit des Arbeiters aus leicht ersichtlichen Gründen an der Maschine Fehler nur an dem grade im zweckerfüllenden Vorgang stehenden Teil des Arbeitsgegenstandes nach sich. Infolgedessen entsteht durch die Nachlässigkeit des Maschinenarbeiters ein erheblicher Schaden nur in seltenen Fällen.

Die Folgen mangelnder Aufmerksamkeit des Arbeiters am Apparat sind dagegen von viel einschneidenderer Wirkung. Während sie bei der Maschine als Schädigung oder Entwertung von Teilen ihres Gesamtprodukts erscheinen, können sie sich an vielen Apparaten durch Schädigung oder Zerstörung der ganzen Charge äußern.

Sehen wir uns einige Beispiele an: Beim Leimsieden nach dem alten Verfahren, wobei der Rohleim in Kochern mit Wasser gekocht wird, muß der Siedeprozeß in dem Augenblick unterbrochen werden, in dem sich aller Rohleim gelöst hat. Wird das unterlassen, so bildet sich das Glutin wieder um, so daß der Leim, da er nicht mehr erstarrt, unbrauchbar wird. Siedet also das Leimgut durch Unachtsamkeit des Arbeiters nur wenige Augenblicke zu lange, so kann leicht der ganze Inhalt eines Apparates entwertet sein.

In ähnlicher Weise erheischt der Windfrischprozeß am Konverter die gespannteste Aufmerksamkeit des Apparatarbeiters. Der Vorarbeiter — und er ist hier der eigentliche Apparatarbeiter — beobachtet mit Hilfe des Spektralapparates die aus der Birne emporschlagenden Flammen. In dem Augenblick nun, wo das Verschwinden der grünen Linien die hinlängliche Verbrennung des im Eisen gelösten Kohlenstoffs anzeigt, muß

der Prozeß unterbrochen werden. Geschieht das nicht, so kann durch die übermäßige Kohlenstoffentziehung die vollkommene Neubearbeitung der betroffenen Charge notwendig werden. Außerdem aber kann noch durch Verbrennung des Eisens ein größerer Materialverlust herbeigeführt werden. Nur fortwährende angespannte Überwachung des Apparates durch den Arbeiter schützt vor dieser Gefahr.

Ähnlich ist es am Leblancrevolver. Bei diesem Prozeß beobachtet der erste Arbeiter durch ein Fenster, welches in der Wand der rotierenden Trommel angebracht ist, fortwährend die Farbe des Ofeninhalts. Sobald die Glut eine intensiv gelbe Färbung annimmt, ist der Prozeß zu unterbrechen und der Ofen zu entleeren. Andernfalls entstehen beträchtliche Verluste an Rohsoda.

Dieselbe Erscheinung sehen wir auch bei dem vorhin schon erwähnten Bleikammerprozeß. Störungen im Gange des Kammersystems werden leicht bemerkt durch die Analyse der Austrittsgase. Wird diese von den Arbeitern unaufmerksam oder nicht oft genug ausgeführt, so kann nicht nur die sich am Kammerboden ansammelnde Säure übermäßig verdünnt sein, sondern es gehen auch große Mengen von verwertbaren Gasen verloren. Auch hier also wieder: Hauptaufgabe des Arbeiters schärfste Überwachung des ihm anvertrauten Arbeitsmittels.

Die Notwendigkeit schärfster Beobachtung — und damit kommen wir zu einem andern Gesichtspunkt — kann sogar so weit gehen, daß eine furchtbare Gefahr für Arbeitsmittel und Arbeiter entsteht, wenn sie außer Auge gelassen wird. Gibt es doch viele Apparate, bei denen der Mangel an Überwachung zur Explosion führen kann. Um das zu erhärten, brauchen wir nur auf einen weitverbreiteten Apparat, den Dampfkessel hinzuweisen. Jedermann weiß, wie verantwortungsvoll der Posten eines Kesselwärters ist. Unterläßt er die ständige Prüfung des Wasserstandglases, des Manometers usw., so ist es nur ein Glücksfall, wenn eine Explosion ausbleibt. Ähnlich verhalten sich die Apparate der Sprengmittelfabriken. Aber auch in der Holzzellstoff-, Papier-, Zelluloidindustrie die Kocher, in denen das Rohmaterial unter mehreren Atmosphären Druck gekocht wird.

Ein schönes Beispiel liefert noch die Trockenpartie der Papiermaschine, welcher wir oben Apparatcharakter zusprachen. Sie stellt einen Heizapparat dar und besteht aus zwei großen eisernen Hohlzylindern mit polierter Oberfläche, die durch Dampfeinleitung in ihr Inneres auf eine bestimmte Temperatur gebracht werden. Dieser Apparat verlangt nun aus zweierlei Gründen schärfste Aufmerksamkeit des an ihm beschäftigten Arbeiters: einmal um seiner selbst willen, dann aber auch wegen des Produkts. Wird nämlich der Dampf nur um ein geringes zu schnell in die Zylinder eingeleitet, so besteht große Explosionsgefahr, desgleichen auch selbstverständlich dann, wenn der Druck im Innern zu hoch wird. Explosionen kommen (wie Schäfer[1] statistisch belegt), hier sehr häufig vor und haben nach seiner Ansicht stets ihren Grund in der Unachtsamkeit der Arbeiter, weshalb denn auch die Überwachung des Apparates immer nur sehr zuverlässigen Leuten übertragen zu werden pflegt. Aber auch in Rücksicht auf das Produkt fordert dieser Apparat größte Aufmerksamkeit. Es müssen nämlich die Temperaturverhältnisse beider Zylinder gegeneinander genau abgemessen werden. Geht die Zusammenziehung des Papiers in Folge von Temperaturschwankungen nicht gleichmäßig vor sich, so entstehen auf der Papierbahn Unebenheiten, die den Wert des Produktes in Frage stellen können, jedenfalls aber herabmindern. Wird das Papier dagegen zu schnell getrocknet, so tritt eine Lockerung und Zersprengung seiner Fasern ein. Man sieht also: Eine geringe Unachtsamkeit des überwachenden Arbeiters gefährdet hier nicht nur den ganzen Apparat und damit die Arbeiter selbst, sondern auch das Erzeugnis.

Diese Beispiele dürften zur Genüge beweisen, daß der Bedarf nach Aufmerksamkeit ein spezifisches Merkmal der Apparate ist (das allerdings in den einzelnen Fällen Verschiedenheiten aufweist), während die Arbeit an der Maschine einen bedienenden Charakter trägt.

Die Frage liegt nun nahe, ob nicht der eigenartige Charakter der Anforderungen, die der Apparat an den Arbeiter stellt, die

---

[1] Schäfer l. c.

Auswahl beeinflußt, mit anderen Worten, ob nicht der Apparatarbeiter besondere Eigenschaften aufweisen muß. Das kann natürlich nur bei einem Vergleich der Apparatarbeit mit der Maschinenarbeit klar werden.

Logisch erscheint es als berechtigt, eine solche Frage aufzuwerfen. Ja, wenn man von der Verschiedenheit der Ursachen auf die Verschiedenheit der Wirkungen schließen will, darf man sogar eine bejahende Antwort erwarten.

Man denke nur, auf der einen Seite sehen wir den Maschinenarbeiter an seinem kontinuierlich wirkenden, aktiven Arbeitsmittel, das eine Summe immer wiederkehrender, sich ewig gleichbleibender Bewegungen und Handgriffe von ihm verlangt. Auf der andern Seite den Apparatarbeiter an einem mit schleppender Periodizität wirkenden, passiven Arbeitsmittel, das mitunter neben körperlicher Betätigung besondere Anforderungen an seine beobachtende Urteilskraft stellt. Hier liegt eine Gegensätzlichkeit vor, die vor allem in der Psychophysik der Arbeit zu deutlichem Ausdruck kommen muß und uns zwingt, wenn wir nicht einen Einfluß auf die Auswahl zugestehen wollen, wenigstens eine dauernde Beeinflussung des Arbeiters durch sein Arbeitsmittel anzunehmen. Um es plastischer zu sagen, wenn wir sehen, daß bestimmte Muskelgruppen der Arbeiter durch das fortwährende Arbeiten an gewissen Maschinen eine besondere Ausbildung erfahren, so liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß nicht auch gewisse Apparate die körperliche oder seelische Konstitution der an ihnen Beschäftigten dauernd beeinflussen können.

Das ist nun freilich eine Frage, welche eine besondere Untersuchung beanspruchen würde. An dieser Stelle soll dem Problem der Selektion nur in einer bestimmten Richtung durch folgenden Hinweis nachgegangen werden.

Wenn in der Tat die Anforderungen des Apparates an die geistigen und physischen Kräfte des Arbeiters im allgemeinen größer sind, als die der Maschine, so darf die Männerarbeit an ihm auf keinen Fall als durch die Frauen- oder gar Kinderarbeit ersetzbar erscheinen. Aber wohl gemerkt! Gelingt der Nachweis, daß die Apparatarbeit ausschließlich ein Gebiet des

männlichen Geschlechtes ist, so ist damit, meiner Meinung nach, durchaus noch nicht der Beweis erbracht, daß diese Erscheinung ihren Grund in dem von uns vermuteten Zusammenhang habe. Ein schlüssiger Beweis ist nicht zu erbringen. Mit den folgenden Ausführungen soll nur gezeigt werden, daß die Tatsachen unsere Deduktion zu bestätigen scheinen.

Aus persönlicher Erfahrung kenne ich keinen Fall von Frauen- oder Kinderarbeit am Apparat. In allen vorwiegend mit Apparaten arbeitenden Betrieben sehen wir Männer an den Apparaten beschäftigt. (Man denke an die Apparate der Bäckerei, Brauerei, Gerberei, Seifenindustrie, an die Öfen, Gasretorten, Bleikammern, an die Kocher der Papierindustrie, an die Apparate zur Teerdestillation, an die Branntweinblasen usw.) Das schließt natürlich keineswegs aus, daß in solchen Betrieben auch Frauen Arbeit finden. Doch haben sie — und an dieser Feststellung ist hier allein gelegen — ihr Betätigungsfeld niemals an den Apparaten selbst. Sie werden beispielsweise bei der Fabrikation pharmazeutischer Präparate fast ausschließlich zum Einpacken verwendet. Es kommt auch vor, daß sie mit dem Zu- und Abfahren von Rohmaterialien usw. beschäftigt sind, oder wie in der Brauerei und Kognakbrennerei zum Flaschenspülen, Abfüllen, Etikettieren, Verkapseln der Flaschen usw. Allenthalben sehen wir sie also Nebenarbeiten verrichten. An den Apparaten selbst arbeiten sie nicht.

Statistisch ist diese Erscheinung allerdings ohne weiteres nicht faßbar. Denn unsere Reichsstatistik unterscheidet nur zwischen:

1. Gesellen, Lehrlingen und sonstigen Arbeitern für Dienstleistungen, zu welchen in der Regel eine Vorbildung erforderlich ist, und
2. andern Hilfspersonen (Handarbeiter, Handlanger, sonstige Arbeiter) für Dienstleistungen, zu welchen in der Regel eine Vorbildung nicht erforderlich ist, sowie Maschinisten, Heizer usw.

Es ist also aus der Statistik nicht zu ersehen, welcher Beschäftigungsart ein Arbeiter im Betriebe obliegt. Insbesondere ist nicht feststellbar, ob und an welchen Arbeitsmitteln er arbeitet.

Infolgedessen ist der zahlenmäßige Nachweis der Allgemeingiltigkeit unserer oben erwähnten Beobachtungen ohne weiteres nicht zu erbringen. Die Ausgliederung des Stoffes gestattet nur einen Wahrscheinlichkeitsbeweis an Hand einzelner Fälle, für welche die Statistik gerade günstig gelagert ist.

Ergibt sich nämlich die Tatsache, daß in den Betrieben der vorwiegend mit Apparaten arbeitenden Industrien nur verschwindend wenig Frauen im Vergleich zu den typischen Maschinenbetrieben tätig sind, so ist damit die allgemeine Giltigkeit unserer Beobachtung wenigstens schon in den Bereich der Wahrscheinlichkeit gerückt. Sie erhält aber noch eine kräftige Stütze dadurch, daß für einen Teil der Betriebe feststeht, daß die in ihnen beschäftigten Frauen nicht an Apparaten tätig sind.

1907 sahen in den Betrieben der hier folgenden wichtigeren Apparatindustrien die Verhältnisse folgendermaßen aus:

Tabelle X.
Übersicht über die Beschäftigung von Frauen in den Betrieben der wichtigsten Apparatindustrien.

Industrieart	Arbeiter und technisches Personal	Davon Frauen	Prozentzahl der Frauen
Herstellung von Eisen usw.	164 683	2 626	1,5
Kalkbrennerei	10 057	396	3,9
Chemische Großindustrie	41 369	1 972	4,7
Anilin und Anilinfarben	8 230	219	2,6
Herstellung v. Kohlenteerabkömmlingen	6 432	189	2,9
Gasanstalten	34 656	250	0,7
Holzkohle und Teer	1 773	34	1,9
Kohlenteerschwelerei	2 780	136	4,9
Stärke und Fruchtzucker	2 392	175	7,3
Brauerei	92 366	3 711	4,0
Brennerei	25 474	1 491	5,8
Gerberei	35 866	2 032	5,6
Essigfabrikation	1 379	133	9,6
Herstellung von Farbmaterialien	15 578	1 929	12,3
Ziegelei usw.	274 431	31 322	11,4
Rübenzucker	35 351	4 023	11,3
Stärke und Stärkeprodukte	5 714	1 006	17,3
Bäckerei usw.	170 432	22 608	13,2
Chemische usw. Präparate	21 436	6 382	29,7
Licht und Seife	14 462	4 513	31,2
Fabrikation von Harz usw.	10 586	3 346	31,6
Herstellung von Sprengstoffen	25 663	8 473	33,0
Herstellung von ätherischen Ölen usw.	3 120	1 750	56,0

Es zeigt sich also, daß durchweg die Frauen an der Arbeiterzahl in den Apparatbetrieben nur mit einem sehr geringen Prozentsatz beteiligt sind. Bei den hier betrachteten 23 Industriearten bleibt er in 13 Fällen hinter 10 % zurück, in fünfen hinter 20 % in vieren hinter 40 % und nur in einem Falle (bei der Industrie der ätherischen Öle) übersteigt er 50 %.

Es ist beachtenswert, daß diese Höhe bei einem Industriezweig erreicht wird, bei dem der Fabrikationsvorgang hinter dem Verpackungsvorgang an Bedeutung zurücksteht. Bekanntlich kommt beim Absatz der ätherischen Öle, Parfüms usw. die hübsche äußere Aufmachung sehr in Betracht. So erklärt sich ohne weiteres der hohe Prozentsatz der Frauen in diesem Gewerbe, sind doch erfahrungsgemäß die Frauen zur Ausführung von Arbeiten, welche einen gewissen Geschmack erfordern, besonders geeignet.

Überhaupt zeigt sich in all den Betriebsarbeiten, in denen eine Verpackung des Produktes notwendig ist, ein höherer Prozentsatz weiblicher Arbeit. So vor allem in der Fabrikation von Lichten und Seife, dann auch in den zur Herstellung von Sprengkörpern dienenden Betrieben, dann auch bei der Fabrikation chemischer, pharmazeutischer und photographischer Präparate und von Stärke und Stärkeprodukten. Auch ist zu beachten, daß in der Seifenproduktion, ebenso wie in der Ziegelei, der Apparat an Bedeutung gegenüber der maschinellen Betriebseinrichtung stark zurücktritt. Infolgedessen wird die Zahl der beschäftigten Frauen auch durch diejenigen erhöht, welche an Maschinen beschäftigt sind. So finden wir z. B. in den Seifenfabriken sehr häufig Frauen an den Stanzen und Pressen beschäftigt. Ähnlich ist es in der Rübenzuckerproduktion. Trotzdem die Frauenarbeit auf den meisten Stationen der Zuckerfabriken verboten ist, weist die Tabelle doch noch 11,3 % weibliche Arbeiter in den hierhergehörenden Betrieben nach. Diese hohe Zahl findet ihre Erklärung durch eine Bemerkung bei Schuchardt[1]: Die Frauen werden nach seiner Angabe zum größten Teil in der Würfelei beschäftigt, das heißt also auf

---

[1] Schuchardt l. c.

jener Station, in der der fertige Zucker maschinell in Würfel zerteilt wird.

„Das ist (sagt Schuchardt) bei Betrachtung des Prozent„anteils, welchen die weiblichen Arbeiter unter der gesamten „Arbeiterschaft der Zuckerindustrie in Deutschland bilden, „nicht außer acht zu lassen."

Der hohe Prozentanteil der Frauen wird also demnach hier durch eine rein maschinelle Station bedingt. Nach dem Gesagten dürfen wir ruhig annehmen, daß in den hier erwähnten Betrieben an den Apparaten selbst so gut wie gar keine Frauen tätig sind. Und darüber hinaus den verallgemeinernden Schluß ziehen, daß überhaupt die Apparatarbeit nur von Männern ausgeübt wird.

Nur um die dargestellte Besonderheit des Apparatwesens auch als solche wirken zu lassen, sei in der folgenden Tabelle für eine Anzahl willkürlich herausgegriffener rein maschineller Betriebe der Anteil des weiblichen Geschlechtes an der Gesamtarbeiterschaft ersichtlich gemacht:

Tabelle XI.
Übersicht über die Beschäftigung von Frauen in einer Anzahl rein maschineller Industriearten.

Industrieart	Arbeiter und technisches Personal	Davon Frauen	Prozentzahl der Frauen
Spielwaren aus Metall	7 304	4 145	56,7
Näh- und Stecknadeln	6 477	2 761	42,6
Schreibfedern	1 151	931	80,8
Lampenfabrikation	20 172	4 052	20,0
Wollspinnerei	55 927	33 993	60,7
Jute- und Zellstoffspinnerei	12 640	8 392	66,3
Wollweberei	53 692	29 044	54,0
Strumpfwaren	70 343	43 730	62,1
Gold-, Silber- und Bijouteriewaren	39 104	11 151	28,4
Posamenten	23 290	13 037	55,9
Buchdruckerei	114 673	21 891	19,0
Seidenweberei	23 692	29 044	54,0
Baumwollspinnerei	95 257	57 051	59,9
Jute- und Zellstoffweberei	8 852	5 356	60,5

Wir sehen aus dieser Tabelle, daß in all den Industriezweigen, in denen der bedienende Charakter der Maschinenarbeit

stark vorherrscht, wie besonders in der Textilindustrie und einzelnen Arbeiten der Metallverarbeitung der weibliche Anteil an der Arbeiterzahl sehr bedeutend ist, während er sich vermindert, sobald das Moment der Überwachung eine wichtigere Rolle zu spielen beginnt, so z. B. in der Buchdruckerei.

Entsprechend den letzten Ausführungen ist auch die Zahl der jugendlichen Arbeiter, das heißt derer unter 16 Jahren in den Apparatbetrieben sehr gering. Nach Tabelle IV der letzten Gewerbestatistik ergeben sich in dieser Hinsicht die folgenden Verhältnisse:

Tabelle XII.

Übersicht über die Beschäftigung von jugendlichen Arbeitern (unter 16 Jahren) in den Betrieben der wichtigsten Apparatindustrien.

Industrieart	Arbeiterzahl	Davon jugendl. Arbeiter	Prozentzahl der jugendl. Arbeiter
Hütte	194 595	8 973	4,4
Kalkbrennerei	9 810	273	2,7
Chemische Großindustrie	38 957	1 018	2,6
Chemische Präparate usw.	19 456	1 465	7,5
Herstellung von Farbmaterialien	14 693	565	3,7
Anilin und Anilinfarben	7 460	253	3,2
Herstellung von Kohlenteerabkömmlingen	6 148	237	3,8
Gasanstalten	32 455	159	0,4
Ätherische Öle usw.	2 953	346	11,7
Kohlenteerschwelerei	2 610	57	2,1
Herstellung von Sprengstoffen	24 436	705	2,8
Ziegelei usw.	267 079	13 354	5,0
Holzteer, Holzkohle usw.	1 683	49	2,8
Licht und Seife	13 782	1 075	7,8
Gerberei	34 883	1 491	4,2
Branntwein	22 466	588	2,6
Essigfabrikation	1 348	24	1,7
Brauerei	88 075	2 244	2,5
Rübenzucker	32 444	838	2,5
Stärke und Fruchtzucker	2 262	37	1,6
Stärke und Stärkeprodukte	5 343	180	3,3
Verarbeitung von Harz usw.	10 123	727	7,1
Bäckerei usw.	168 600	26 276	15,5

Diese Aufstellung zeigt, daß in den Betrieben, in denen wir die meiste Frauenarbeit vorfanden, durchweg auch Jugendliche in entsprechender Menge beschäftigt sind, eine Tatsache, die nach dem oben Gesagten keiner besonderen Erklärung mehr bedarf.

Zum Verständnis der Tabelle XII sei noch bemerkt, daß die Gesamtarbeiterzahl in ihr niedriger erscheint als in den beiden letzten Tabellen. Das liegt daran, daß die Tabelle IV der Reichsstatistik hier die Zahl der Techniker nicht berücksichtigt. Zieht man daher die in Tabelle XII angegebene Gesamtarbeiterzahl von der in den früheren Tabellen angegebenen ab, so erhält man die Zahl des technischen Aufsichtspersonals.

Jedenfalls geht aus der Tabelle XII klar hervor, daß nur in einer einzigen Gewerbeart der Anteil der Jugendlichen an der Belegschaft 10 % übersteigt und in nur 5 Betriebsarten auf 100 Arbeiter 5 Jugendliche entfallen. Und nun vergleiche man damit die Zahlen, welche sich für die schon vorhin betrachteten maschinellen Betriebe ergeben! Nur in 2 von 14 Fällen sinkt der Anteil der Jugendlichen hier unter 10 %.

Tabelle XIII.
Übersicht über die Beschäftigung von Jugendlichen in einer Anzahl maschineller Industriezweige.

Industrieart	Arbeiterzahl	Davon unter 16 Jahren	Prozentzahl der jugendl. Arbeiter
Spielwaren aus Metall	7 006	703	10,3
Näh- und Stecknadelfabrikation	6 323	992	15,6
Schreibfedern aus Stahl	1 126	180	15,9
Lampenfabrikation	19 339	1 384	7,1
Wollspinnerei	54 185	7 042	12,9
Jute- und Zellstoffspinnerei	12 484	1 644	13,1
Wollweberei	51 869	6 204	11,9
Strumpfwarenfabrikation	68 735	10 390	15,1
Gold-, Silber- und Bijouteriewaren	38 035	4 792	12,6
Posamenten	22 568	2 718	12,0
Seidenweberei	51 869	5 100	11,3
Buchdruckerei	110 747	12 194	11,0
Baumwollspinnerei	93 201	12 670	13,5
Jute- und Zellstoffweberei	8 730	357	4,0

Aus dem allem scheint — um es zusammenfassend noch einmal zu sagen — also folgendes hervorzugehen:

1. In solchen Betrieben, in deren Mittelpunkt der Apparat steht, werden relativ weniger Frauen und Jugendliche verwendet, als in maschinellen Betrieben.

2. Die Zahl der in Apparatbetrieben verwendeten Frauen und Jugendlichen ist proportional der Notwendigkeit von Nebenarbeiten außerhalb des eigentlichen Produktionsprozesses. Wo also viele Nebenarbeiten zu leisten sind, da finden wir die höchsten Prozentsätze von Frauen und Jugendlichen.

Der Syllogismus aus diesen beiden Prämissen, daß mithin Frauen und Kinder an Apparaten nicht beschäftigt werden, erscheint, wenn nicht als vollberechtigt, so doch in den Bereich höchster Wahrscheinlichkeit gerückt, zumal er auch in der Erfahrung, wie gesagt, seine Stütze findet.

Wir dürfen also sagen, daß die Apparatarbeit ausschließlich vom männlichen Geschlecht geleistet wird.

Wenn dem aber so ist, so wird das seinen Grund wahrscheinlich in den besonderen Anforderungen haben, die das Arbeitsmittel an den Arbeiter stellt. Denn wären Frauen für die Apparatarbeit verwendbar, so würden die in Betracht kommenden Betriebe nicht zögern, diese wohlfeileren Arbeitskräfte sich dienstbar zu machen. Man wird hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Arbeiter vor allem an diejenigen physischer Natur zu denken haben, verlangt doch ein Teil der Apparate große körperliche Leistungsfähigkeit vom Arbeiter. Es sei nur erinnert an die Apparate der Hüttenwerke, der Kalkbrennerei, der Gasanstalten usw. Zur restlosen Erklärung der Erscheinung reicht aber dieser Gesichtspunkt nicht aus, finden wir doch auch an solchen Apparaten niemals Frauen und Jugendliche, die gar keine oder nur geringe körperliche Arbeit verlangen. Wie z. B. an den Branntweinblasen, an den Essigbildern, an den Bleikammern, an den Diffusionsbatterien.

Es muß also noch ein anderer Grund für die ausschließliche Verwendung von Männern an den Apparaten vorhanden sein, und man darf annehmen, daß er gelegen ist in den aus dem technischen Charakter des Apparates herfließenden Anforderungen an die Psyche des Arbeiters: angestrengte Aufmerksamkeit, beobachtende Urteils- und Entschlußfähigkeit sind wichtige Voraussetzungen für die Verwendbarkeit des Arbeiters an den meisten Apparaten, Fähigkeiten, die der Mann durchweg in höherem Grade besitzt als die Frau.

Nach dem Gesagten also ist es jedenfalls sehr wahrscheinlich, daß die Apparate einen gewissen Einfluß auf die Auswahl der Arbeiter hinsichtlich ihres Geschlechtes ausüben. Wird das anerkannt, so liegt kein Grund vor, anzunehmen, diese Auswahl bleibe allein beschränkt auf das Geschlecht, sondern sie wird sich weiterhin auch auf die ganze Persönlichkeit erstrecken. Das ist aber eine Frage, die innerhalb dieser allgemeinen Erörterungen nicht wohl näher besprochen werden kann.

Dagegen ist noch auf ein anderes, weniger theoretisch als praktisch interessantes Problem der Apparatarbeit hinzuweisen. Es liegt nämlich die Frage nahe, ob nicht auch die Lohntechnik durch den Apparat sichtbar beeinflußt wird. Die Verhältnisse sind allerdings so verschieden, daß sie sich nur schwer unter einen Hut bringen lassen. In einem Punkte aber dürften hinsichtlich der Lohntechnik fast alle Apparatbetriebe Übereinstimmung zeigen, nämlich in der Undurchführbarkeit des reinen Stücklohnsystems.

Gerade diese Erscheinung dürfte wie wenig andere in der technischen Eigentümlichkeit des Apparates verankert sein. Um das zu verstehen, sei an die wesentlichste technische Besonderheit des Apparates erinnert. Wir sahen, daß an diesem Arbeitsmittel während des zweckerfüllenden Vorgangs der Arbeitsgegenstand sich aktiv verhält, und daß der Prozeß seine bestimmte Zeit braucht. Der fleißigste Arbeiter vermag nicht zu bewirken, daß die Kohlen in der Retorte schneller entgast werden, oder daß der Branntwein rascher aus der Maische in die Vorlage hinüberwandert, oder daß der Leblancprozeß sich in weniger als vier Stunden vollzieht. Auch die Ausbeute, d. h. die Menge des Arbeitsprodukts vermag er nicht zu steigern.

Es liegt auf der Hand, daß sich darin kein prinzipieller Gegensatz zur mechanischen Arbeit zeigt. Wohl aber kann diese v i e l f a c h durch Fleiß und Übung des Arbeiters eine gewaltige Beschleunigung erfahren. Das gilt besonders da, wo der Arbeiter die Aufgabe hat, den Arbeitsgegenstand fortwährend in Verbindung mit dem Arbeitsmittel zu setzen oder diese Verbindung zu lösen. Also z. B. an der Abfüllmaschine in der Brauerei und der Brennerei, oder an der Lederschleifmaschine,

oder an der Heftmaschine, gilt z. B. auch an der mechanischen Drehbank. Es ist bekannt, daß hier die Leistungen mit der größeren Übung des Arbeiters gewaltig ansteigen. An der Maschine ist darum in den geeigneten Fällen das Stücklohnsystem zur Anwendung gelangt. Anderseits veranlaßt die durch die Bindung der Apparatwirkung an die Eigentümlichkeit des Arbeitsgegenstandes gegebene Beschränkung (hinsichtlich Vermehrung und Beschleunigung der Produktion) die Unmöglichkeit, den Akkordlohn in seiner reinen Form durchzuführen. In gleicher Richtung wirkt noch die Unzuträglichkeit, welche darin liegt, daß am Apparat meistens die Gruppenarbeit statthat.

Im allgemeinen finden wir also am Apparat den Schicht- oder Stundenlohn in Anwendung, nicht selten verbunden mit einem Prämiensystem. Die Schäden, welche dieses letzte für die Wirtschaft des Arbeiters mit sich bringt, indem es das gefährliche Moment der Unbeständigkeit in sein Einkommen hereinträgt, sind nicht zu verkennen, allein es dürfte sich doch an einer großen Zahl von Apparaten nicht beseitigen lassen. Die Ausgiebigkeit des Apparates hängt ja, wie wir sahen, zum größten Teil von der Aufmerksamkeit und mithin vom guten Willen des Arbeiters ab. Selbst wenn man gar keinen bösen Willen bei ihm voraussetzt, ergibt sich doch, daß er an manchen Apparaten eines gewissen Ansporns bedarf. Es sei da nur an einen Kesselwärter erinnert: Was in aller Welt soll ihn zur Sparsamkeit bei Verwendung des Heizmaterials veranlassen, wenn nicht die Prämie auf geringen Kohlenverbrauch?

Allerdings sind m. W. einige große Unternehmungen der chemischen Industrie vom Prämiensystem abgegangen. So vor allem die badische Anilin- und Sodafabrik. Diese Werke legen Wert auf die Heranzüchtung eines Stammes von ständigen Arbeitern und lassen deswegen periodische Lohnsteigerungen eintreten in der Weise, daß der Arbeiter, je länger er im Betriebe tätig ist, um so höheren Lohn bezieht. Auch diese Einrichtung dürfte für verständige Arbeiter ein Ansporn zur Aufmerksamkeit sein, wenn sie auch nicht überall durchführbar ist, indem die Furcht, aus dem Betriebe entlassen zu werden und damit der besseren Bezahlung verlustig zu gehen, ihn zur sorgfältigsten

Erledigung seiner Obliegenheiten antreibt. Es handelt sich also bei Licht besehen um ein den Verhältnissen angepaßtes Prämiensystem. Ob aber dieser Gedanke mit derselben Energie auf ihn einwirkt wie die Aussicht auf eine gleich zu erhaltende Prämie, ist eine Frage, die meines Erachtens wenigstens zweifelhaft bleiben muß, solange sie nicht durch Vergleichung der Leistungen unter beiden Systemen klargestellt ist.

Wünschenswert wäre es sicherlich, wenn sie bejaht werden könnte, weil das Prämiensystem zu einer nicht wegzuleugnenden Ungerechtigkeit führt. Es kommt nämlich nicht selten vor, daß ein Apparat trotz aufmerksamster Tätigkeit des Arbeiters aus irgendwelchen Gründen nicht in der gewohnten Weise arbeitet, da bei seiner Wirkung stets eine Reihe von Umständen mitspielt, auf welche der Arbeiter keinen Einfluß hat. So wird ihm unter Umständen seine Prämie unverdienterweise gekürzt oder entzogen.

Mit diesen wenigen Sätzen erschöpft sich das, was hier über den Einfluß der Apparattechnik auf die Löhnungsmethode zu sagen ist. Es dürfte für unseren Zweck genügen, wenn wir die Undurchführbarkeit des reinen Stücklohnes als Folge des technischen Charakters unserer Arbeitsmittel hier festhalten. Lernen wir doch wieder daraus eine seiner grundsätzlichen Besonderheiten kennen.

Alles in allem genommen geht m. E. aus dem Gesagten hervor, daß bei der Apparatarbeit Beziehungen zwischen dem Arbeiter und seinem Arbeitsmittel entstehen, die von den für die Maschine charakteristischen ganz verschieden sind.

Es steht für mich außer Zweifel, daß noch eine Reihe weiterer Besonderheiten bestehen, allein es mag hier mit dem Besprochenen genug sein.